



Universidad del Azuay
Facultad de Ciencia y Tecnología
Escuela de Biología del Medio Ambiente

**VALORACIÓN ECONÓMICA-AMBIENTAL DEL RECURSO
HÍDRICO PARA CATAMAYO, LOJA**

Trabajo de Graduación previo a la obtención del Título
de Biólogo del Medio Ambiente

Autor:

Benjamín Oswaldo Ludeña Guamán

Director:

Blgo. Edwin Zárate

Cuenca – Ecuador

2010

DEDICATORIA

Con inmensa gratitud y amor a mis padres, José Eduardo y Patricia, que de sus angustias soy el principal responsable, A ustedes que con sacrificio e incansable labor paternal me supieron apoyar para llegar a cumplir esta meta. Para ustedes va dedicado este trabajo por ser los forjadores de mis valores de humildad, responsabilidad y sencillez.

A mis abuelitos, Germán y Enriqueta, que con ternura y apoyo incondicional supieron darme las fuerzas necesarias para la realización de este trabajo.

A mis hermanos Israel, Jéssica y Stefany por ser mi más valioso tesoro.

A mis grandes amigos que de una u otra forma estuvieron ahí llenando de luz mi vida y que siempre tuvieron palabras de aliento para culminar esta difícil etapa de mi vida.

Benjamín Oswaldo Ludeña Guamán

AGRADECIMIENTO

A las instituciones y personas que con su contribución hicieron posible la realización del presente trabajo. Un especial reconocimiento a:

La Universidad del Azuay, por brindar las enseñanzas para mi formación profesional. A la Escuela de Biología, Ecología y Gestión por cumplir su legado de profesionalizar con mentalidad ambientalista. A su planta docente y administrativa de nuestra escuela por las enseñanzas y vivencias de la vida universitaria.

Un especial reconocimiento de gratitud al Biólogo Edwin Zárate, por su valiosa y oportuna guía científica durante el desarrollo del presente trabajo investigativo.

Agradezco, también al Ilustre Municipio del cantón Catamayo, que por medio del Departamento de Agua Potable, dirigido acertadamente por el Ingeniero Richard Vaca, supieron contribuir con la logística, información y el material necesario.

Finalmente, agradezco a instituciones como: Naturaleza y Cultura Internacional y Universidad Técnica de Loja, por la información y la colaboración en la ejecución del proyecto de tesis.

RESUMEN

El cantón Catamayo, siempre ha estado exento del cuidado ambiental y de una verdadera responsabilidad en la conservación de recursos naturales. Este trabajo tuvo como objetivo principal: contribuir al mantenimiento, protección y recuperación del SAH mediante la valoración ambiental - económica de las microcuencas proveedoras. Se establecieron y analizaron los servicios hídricos para finalmente realizar la valoración ambiental-económica y obtener una tarifa ambientalmente ajustada. El VPVP del SAH estimado de 0,530 \$/m³ y el VMR de 0,190 \$/m³ sumados con la tarifa municipal actual de 0,020 \$/m³ y al costo correspondiente a margen de ahorro-inversión de 0,029 \$/m³, resultó una tarifa ambientalmente ajustada de 0,769 \$/m³.

ABSTRACT

Catamayo canton has always lacked environmental protection or true responsibility for natural resource conservation. The main objective of this project was to contribute to the maintenance, protection and recuperation of the HES (hydrological environmental services) through economic-environmental evaluation of the sub-basins. The hydrological services were established and analyzed in order to do the economic-environmental evaluation and obtain an environmentally adjusted tariff. The true retail price of the HES estimated at 0,530 \$/m³ and the VMR at 0,190 \$/m³ added to the current municipal fee of 0,020 \$/m³ and the corresponding saving-investment cost of 0,029 \$/m³ produced and adjusted environmental fee of 0,769 \$/m³.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Resumen	iv
Abstract	v
Índice de contenidos	vi
Índice de anexos	x

INTRODUCCIÓN	1
---------------------------	----------

CAPÍTULO 1: SUSTENTO TEÓRICO	5
1.1 Cuenca hidrográfica	5
1.2 Gestión de cuencas hidrográficas	6
1.3 El recurso hídrico y su situación actual	6
1.3.1 Situación en el Ecuador	6
1.3.2 Situación en Loja	7
1.4. Servicios ambientales	8
1.5 Demandantes de los servicios ambientales	9
1.6 Oferentes de los servicios ambientales	9
1.7 Pago por servicios ambientales	10
1.8 Servicio ambiental hidrológico	11

1.9 Manejo integrado del recurso hídrico	12
1.10 Mecanismo de cobro y pago por servicio ambiental hidrológico	15
1.10.1 Tipos de mecanismo de pago	15
1.10.2 Tipos de mecanismo de cobro	16
1.11 Tarifas ambientalmente ajustadas a través de internalización de componentes ambientales	17
1.12 Valoración de los servicios ambientales	18
1.13 Valoración económica del recurso hídrico	19
1.13.1 Valor de protección de la vegetación proveedora de servicio ambiental hidrológico	19
1.13.2 Valor de recuperación y mantenimiento de la zona abastecedora de agua	20
CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA	22
2.1 Descripción del sitio de estudio	22
2.2 Establecimiento de los servicios hidrológicos destinados a ser comprados o vendidos	22
2.2.1 Análisis morfométrico de las microcuencas	22
2.2.2 Recopilación de información secundaria de la ecología del sector	25
2.2.3 Georeferenciación, clasificación y caracterización de las fuentes hídricas	26
2.2.4 Oferta total hídrica	26
2.2.5 Cálculo de la oferta y demanda social hídrica	27

2.3 Análisis del servicio ambiental	28
2.3.1 Identificación de las microcuencas que dotan de agua	28
2.3.2 Determinación de la cubierta vegetal y uso actual del suelo	28
2.3.3 Estimación del índice de importancia hidrológica	29
2.4 Valoración económica del recurso hídrico	32
2.4.1 Valor de protección de la vegetación proveedora del SA	33
2.4.2 Valor de mantenimiento y recuperación del área abastecedora	34
2.5 Estimación de la tarifa por consumo del recurso	36
2.6 Calculo de la tarifa ambientalmente ajustada	37
 CAPÍTULO 3: RESULTADOS OBTENIDOS	39
3.1 Sitio de estudio	39
3.2 Los servicios ambientales a ser “comprados” y “vendidos”	47
3.3 Análisis del servicio ambiental	86
3.3.1 Cubierta vegetal y uso actual del suelo	86
3.3.2 Índice de importancia hidrológica (IPH)	88
3.3.3 Aptitud de vegetación para proveer el servicio ambiental	89
3.3.4 Área proveedora del servicio ambiental hidrológico	92
3.3.5 Zona de importancia hídrica	93
3.3.6 Zona de importancia para la recuperación	94
3.4 Valoración económica del agua	96
3.4.1 Valor de protección de la vegetación proveedora del servicio ambiental hidrológico	96

3.4.2 Valor de mantenimiento y recuperación del área	
abastecedora de agua	100
3.5 Tarifa por consumo del recurso en la ciudad de Catamayo	103
3.5.1 El margen de ahorro de inversión	103
3.5.2 Componente operacional consolidado	104
3.5.3 Disposición de pago por una tarifa	
ambientalmente ajustada	104
3.6 La tarifa ambientalmente ajustada	104
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	106
BIBLIOGRAFIA.....	110
ANEXOS	119

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Obtención de información (provenientes de los habitantes) de flora y fauna presente en Catamayo	119
ANEXO 2. Aplicación del Método de costo de oportunidad	122
ANEXO 3. Propuesta para mantener el área abastecedora de agua a la ciudad de Catamayo	125
ANEXO 4. Propuestas para recuperar el potencial hidrológico de las microcuencas abastecedoras de agua a Catamayo	129
ANEXO 5. Disposición de pago por parte de los usuarios del sistema de agua de Catamayo	137

Ludeña Guamán Benjamín Oswaldo

Trabajo de Graduación

Blgo. Edwin Zárate

Enero 2011

VALORACIÓN ECONÓMICA – AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO PARA CATAMAYO, LOJA

INTRODUCCIÓN

El uso descontrolado del suelo, con fines económicos, en las partes altas y media de las microcuencas, es uno de los más importantes factores para que las microcuencas abastecedoras de agua a la sociedad se encuentren en mal estado.

A nivel mundial, los cambios en el uso del suelo, la presión urbana sobre los cauces y la ausencia de un adecuado manejo de las cuencas hidrográficas han generado en las últimas décadas un agravamiento de los problemas de erosión, deforestación, crecidas e inundaciones (MIDEPLAN 1998).

El agua es un recurso que cubre las tres cuartas partes de la Tierra pero el 97,5% es agua salada. Del 2,5% de agua dulce que resta, las tres cuartas partes se encuentra en los polos, quedando únicamente el 0,01 % del total como agua aprovechable. (Yaguache y Carrión 2004).

El problema que se identifica en la mayoría de países es la destrucción a gran escala de los recursos naturales; la degradación del medio se presenta por la falta de

conocimiento o de importancia por parte de las personas, que casi en su totalidad, están lógicamente preocupados por su bienestar económico, sin conocer que prestando servicios ambientales (ver anexo 1) se pudiera obtener una remuneración por la conservación de las fuentes de agua y de los sitios en donde proteger el ambiente es lo fundamental para que el recurso hídrico se mantenga por más tiempo.

Sin embargo, la dificultad para valorar los recursos naturales que frecuentemente no se rigen por el mercado y cuyos derechos de propiedad no están aún claramente definidos, ha llevado a la creación de metodologías basadas en mercados hipotéticos, como es el caso del método contingente, el cual utiliza un enfoque directo donde se pregunta a las personas su disponibilidad máxima a pagar por un beneficio y/o la compensación mínima exigida por tolerar un costo en la utilización de un recurso, bajo un escenario de mercado hipotético. (Dixon 2001)

En Ecuador los bosques cubren actualmente el 38.1% de la superficie total del país, más del 50% de las tierras tienen aptitud forestal. La tasa de deforestación permanece elevada, ya que cada año se pierde el 1,21 % de los bosques ecuatorianos (www.fao.org 2001). De acuerdo con Yaguache y Carrión (2004): en nuestro país la disminución de la cantidad y la calidad de agua cada vez va tomando mayor cuerpo; en la Sierra es más notorio un déficit en la cantidad, mientras que en la región oriental y en la Costa se acentúan mayores problemas con la calidad. Bajo este contexto es necesaria la búsqueda de alternativas que conlleven al manejo sustentable de los bosques, páramos y plantaciones para asegurar la regulación de la cantidad y calidad de agua a ser utilizada para consumo humano, regadío y procesos industriales por las comunidades y ciudades.

En la provincia de Loja como en el resto de provincias del país se están implementando mecanismos para combatir de alguna manera la destrucción acelerada del medio ambiente.

La utilización eficiente de un recurso, su existencia y distribución justa en el futuro, depende del valor que los sectores de la sociedad le asignen al mismo. La valoración económica de un recurso natural se basa en poder contar con indicadores de la importancia que tiene un recurso en el bienestar de la sociedad, y para ello se utiliza un denominador común, el dinero (Azqueta 1999). Es importante mencionar que el agua no es un bien gratuito sino que su uso tiene un valor y un costo material. (Barrantes y Castro 2002)

Barrantes y Vega (2002), sugieren que para la administración eficiente de los recursos hídricos, se debe tener como meta la conservación de las aguas y su aprovechamiento sostenible, siguiendo por lo menos cuatro líneas de acción: el establecimiento de un sistema tarifario donde se refleje el costo real de contar con el recurso, la recuperación, protección y conservación de cuencas hidrográficas para asegurar un flujo permanente de agua a la economía y a la población beneficiaria.

Por otra parte, el uso y aprovechamiento sustentable del agua depende, además de las prácticas de manejo, de múltiples factores entre los que destacan: la educación o cultura de la sociedad con relación al agua; las formas de organización, características y la eficacia de las instituciones que atienden los asuntos hídricos, así como las características, modalidades y alcances de las políticas públicas relacionadas con el agua; la participación ordenada y organizada de los usuarios y de la sociedad en su cuidado y preservación; los sistemas de información, administración y planificación que se ponen en práctica para ordenar sus usos; los recursos financieros que se destinan a su aprovechamiento y manejo y la calidad de los recursos humanos que participan en estas actividades. (www.ccvn.org 1997)

Este estudio está enfocado en calcular y cuantificar el valor ambiental del agua de las microcuencas Indiucho, San Agustín, El Huaycu, Quebrada Duraznillo y Quebrada Seca; que son abastecedoras de agua de la mayor parte de la ciudad de Catamayo; y de esta manera generar recursos que permitan conservar o mejorar las zonas de las microcuencas que lo necesiten.

Las microcuencas abastecedoras de agua para la ciudad de Catamayo, a pesar de la importancia en lo social, ecológico y económico que poseen, no tienen definido un plan de manejo que permita gestionar adecuadamente los recursos naturales. De tal manera, con este estudio se busca contribuir a la conservación de los recursos existentes en la zona y mediante una valoración económica y ecológica generar y establecer un futuro pago por servicios ambientales (PSA).

CAPÍTULO 1

SUSTENTO TEÓRICO

1.1 Cuenca hidrográfica.

La cuenca hidrográfica es la superficie por donde viaja el agua para formar una red de afluentes que luego integrarán un desagüe principal y de esta manera recolectar y almacenar el agua para la realización de las diferentes actividades. Por ello la importancia de la protección y conservación de los diferentes ecosistemas que conforman una cuenca. Basado en (www.eraecologica.org 2004).

Dentro de la cuenca hidrográfica sus recursos naturales y habitantes poseen condiciones físicas, biológicas, económicas, sociales y culturales que les confieren características particulares a cada una. (Tapia 1997). En la aplicación de una estrategia del desarrollo sostenible, la cuenca Hidrográfica es considerada como la unidad de acción y dentro de la cual es posible aplicar plenamente alguna estrategia. (Salas y Dueñas 2003).

Su contaminación trae consigo problemas ambientales, se afecta a la economía, causa problemas sociales y en la salud. En ciertos casos una cuenca en mal estado causa impuestos destinados a su mejoramiento y conservación. En nuestro estudio, en caso de aplicarse la tarifa ambientalmente ajustada para Catamayo, el municipio debería aplicar impuestos que causarían malestar a los pobladores.

Se evidencia la importancia, que tiene el mantener en buen estado las cuencas hidrográficas, en el desarrollo económico y en el bienestar de los pobladores.

1.2 Gestión de cuencas hidrográficas

La gestión o manejo de las cuencas hidrográficas se considera como la aplicación de principios y métodos para el uso racional e integrado de los recursos naturales de las mismas, fundamentalmente el agua, suelo y vegetación, logrando una producción óptima y sostenida de estos, con el mínimo deterioro ambiental para beneficio de las poblaciones vinculadas a ella.

La participación activa de la población local debidamente organizada, con el apoyo coordinado de instituciones públicas y privadas es importante. Estas, son acciones de carácter permanente. El manejo de cuencas no garantiza el control de efectos no deseados por fenómenos naturales, pero sí puede contribuir a mitigar los efectos negativos de éstos. (Cisneros *et. al.* 2003)

En este contexto, la gestión integral es muy importante y debe estar referida a la participación de todos los actores, considerando todos los sectores (primario, secundario y terciario), con base en todos los recursos e integrando todos los territorios y espacios (terrestre, marino y aéreo). Consecuentemente la gestión debe sustentarse en la formación y/o fortalecimiento de capacidades para lograr el desarrollo sostenible y sustentable, con base en las externalidades del manejo de la cuenca hidrográfica. (www.pacificosur.rirh.net 2009)

1.3 El recurso hídrico y su situación actual

1.3.1 Situación en el Ecuador

A partir de 1992, la transformación neoliberal se impuso y llevó a la desaparición de las capacidades de regulación y planificación del Estado. Esta situación afectó a las

más diversas áreas y sectores económicos y se reflejó también en los recursos naturales. En especial debe hacerse referencia a la pérdida de capacidad de gestión del estado en cuanto a la administración de los recursos hídricos. Este recurso dejó de ser planificado, investigado, vigilado y la infraestructura básica fue desatendida totalmente.

El último inventario de recursos hídricos que se realizó fue en 1989 y estuvo entonces a cargo del desaparecido INERHI. Desde entonces, el país en general no tiene un conocimiento integral ni articulado, salvo ciertos esfuerzos aislados, de la situación de los recursos hídricos.

Indirectamente, los recursos hídricos tienen importancia económica debido a que su buen manejo ayuda a la reducción en los índices de pobreza al permitir que los niveles de salud y de seguridad alimentaria se eleven. Además la presencia de agua genera ingresos por la vía del riego en la agricultura, en industria, en la pesca, en la crianza de animales.

En este sentido, la situación en el país luego de más de 3 décadas de gestión errada, la inequidad es aún muy grande, por ejemplo, todavía en el 2006 apenas el 48% de las viviendas en el país tenían acceso a agua entubada en su interior. En la Amazonía solamente el 24% de las viviendas tiene este servicio de una red pública, en la sierra el porcentaje llega al 55%; y en la costa se mantiene en un 43%. (www.senplades.gov.ec 2007)

1.3.2 Situación en la provincia de Loja

Gran parte de las cuencas hídricas de la Provincia de Loja se originan en el Parque Nacional Podocarpus, la más importante debido a su extensión es la cuenca del Catamayo Chira. La importancia hídrica de esta región no solamente influye en las

poblaciones de esta provincia, sino que también tiene importantes implicaciones desde la perspectiva binacional.

La parte sur y occidental de la provincia presenta problemas más serios: la sequía y las dificultades para satisfacer necesidades básicas de agua potable a las poblaciones. Una escasa época con lluvias, de no más de 2 a 3 meses, influye en la carestía del recurso agua.

Los problemas registrados en la provincia de Loja son: falta de control, vigilancia y aplicación de normas y regulaciones para el manejo de vertientes y cuencas hídricas; contaminación por diversas fuentes (aguas servidas y minería); expansión de la frontera agropecuaria, incidiendo en el incremento de la sedimentación; escasez debido al avance de la desertificación desde el sector norte del Perú; introducción de especies animales tanto de fauna como de flora en sistemas lacustres y las cabeceras de las vertientes; y, desperdicio por poca conciencia y valoración del recurso. (www.ambiente.gov.ec 2008)

1.4 Servicios ambientales

Los servicios ambientales o naturales son las utilidades que la naturaleza brinda a una población. En Catamayo los pocos ecosistemas naturales, a pesar de su estado, se encuentran aportando con el servicio ambiental de dotación de agua mediante el ciclo hidrológico que se da en estos ecosistemas.

Huetting *et al.* (1997), primeramente define al bien ambiental como el producto tangible de la naturaleza, como por ejemplo el agua. Entonces el servicio ambiental es el potencial que tiene la naturaleza (mediante sus funciones ambientales) para que esta sea utilizada por las comunidades.

En cambio, Sarmiento (2000), dice que los servicios ambientales son las funciones de la naturaleza que son directamente aprovechadas por los humanos sin que requieran inversiones económicas o de otra índole.

El estudio de los servicios ambientales y el cobro por su prestación, es aún nuevo en el Ecuador y no existen técnicas o metodologías que puedan ser aplicadas a ciertas zonas del país. (Yaguache y Carrión 2004). Por ejemplo, para las zonas secas no existe ningún estudio que pueda guiar en el proceso de generar un pago por servicios ambientales.

1.5 Demandantes de los servicios ambientales

Los demandantes de un servicio ambiental son los consumidores del mismo por lo tanto los destinados a pagar en caso de existir un sistema de pago por servicios ambientales. Los demandantes pueden variar según el servicio ambiental que necesiten, en el caso del servicio de provisión de belleza escénica puede ser pagado por empresas de turismo o por los propios turistas, en el caso del servicio hidrológico los demandantes son las personas interesadas en tener cantidad y calidad de agua ya sea para sus hogares, industrias u otros fines. (Barsev 2000).

1.6 Oferentes de los servicios ambientales

Son los futuros cobradores del valor monetario que se le asignaría a la producción del servicio ambiental en sus tierras. Esto ha cambiado de dejar ciertas actividades y reemplazarlas por otras que serán beneficiosas para el ambiente.

Los oferentes se encuentran establecidos río arriba; es decir, en las partes altas y medias de las microcuencas. Los dueños de estas tierras deben estar bien organizados para que su oferta sea de mejor calidad y sus ganancias aumenten por lo cual deberían ponerse de acuerdo para realizar las siguientes actividades: conservación de agua y suelo, manejo sustentable de bosques, prácticas silvopastoriles, evitar productos agroquímicos, controlar incendios, etc. (Barsev 2000).

1.7 Pago por servicios ambientales

El objetivo de optar por un sistema de pago por servicios ambientales es mantener un ecosistema saludable a través de acciones que mejoren la calidad de vida de las personas. El valor económico global de diecisiete ecosistemas diferentes es de 16 a 54 billones de dólares. (Wymann *et al.*, 2004)

Al aplicarse un sistema de mercadeo como lo es el PSA, se obtienen fondos que pueden ser provenientes de impuestos creados por los gobiernos de turno o por financiamiento externo. Con estos fondos se podría llegar a tener un desarrollo sostenible.

Aunque el PSA, bien administrado, puede resultar una alternativa positiva en lo social, económico y ambiental; existen autores que sostienen que este mecanismo puede ser motivo de conflictos en la población y autoridades. (Giger 2000)

Hay países que han avanzado en la aplicación del concepto y la gestión de fondos internacionales en el PSA. En Centroamérica, Costa Rica es el país mas avanzado, allí desde 1986 la ley forestal (7575) contempla la fijación de carbono, protección de recursos hídricos, y conservación de la biodiversidad. (Herrera 2000)

Conservación de suelos y agua, y reforestación, han sido las experiencias piloto en estos dos países. El programa PASOLAC da una valoración económica a cada una de las actividades que ayudan a conservar el suelo y el agua. (Pérez *et al.*, 2000)

Según Marchín (2008), el principio básico que respalda el PSA es que los usuarios de recursos y las comunidades que están en posición de proporcionar servicios ambientales deben recibir compensación por los costos de dicha oferta, y quienes se benefician de dichos servicios deben pagar por ellos, con lo cual se internalizan dichos beneficios. En ello, el enfoque de PSA es idéntico al principio de que “el que contamina, paga” al crear incentivos positivos para la protección ambiental y la conservación.

1.8 Servicio ambiental hidrológico

Según Rojas (2004), la disponibilidad de agua es resultado de la capacidad que dentro del ciclo hidrológico tiene la cobertura vegetal y usos del suelo, para captarla y regularla.

Esta función se conoce como servicio ambiental hidrológico y se genera a nivel de ecosistema (o agroecosistema) por lo que requiere un grado mínimo de conservación con intervenciones que no sobrepasen la capacidad natural de asimilación.

Las manifestaciones del servicio ambiental hidrológico se aprecian de acuerdo a los beneficios específicos que de él se obtienen, entre otros son: reducción de sedimentos de embalses, lagos, ríos, zonas costeras, mantenimiento y/o mejoramiento de la oferta hídrica, mantenimiento y/o mejoramiento de la calidad del agua para consumo

humano, mantenimiento y/o mejoramiento de la recarga a acuíferos, regulación de flujos de agua en la época seca, etc.

1.9 Manejo Integrado del recurso hídrico¹

El MIRH constituye ser la adaptación de conceptos y técnicas que permitan que exista conservación y manejo integral de los recursos hídricos en conjunto con el desarrollo político, social y económico.

Este proceso de gestión se enfoca en aumentar el bienestar de la comunidad orientándose en la sustentabilidad eco-sistémica.

Según la Asociación Mundial para el Agua, para que se logre una gestión integrada del recurso hídrico, debe equilibrarse el uso de los recursos con la conservación de los mismos.

¹ Tomado de Manejo Integrado de Recursos Hídricos.

<http://www.gwpforum.org/gwp/library/TAC4sp.pdf>

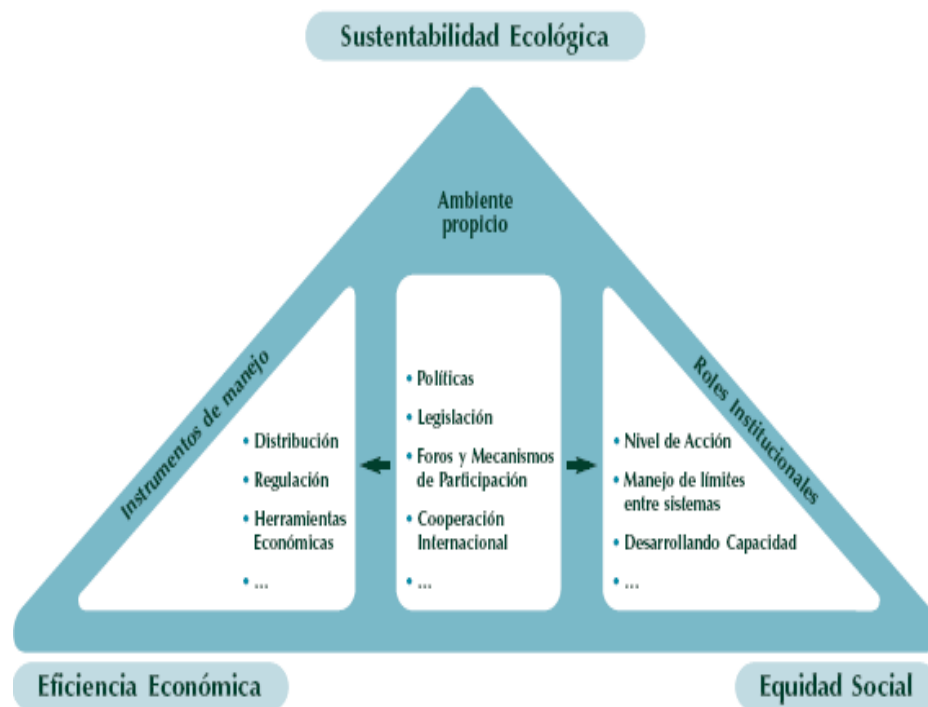
Figura 1. Desafío de la gestión integrada del recurso hídrico.



Fuente: Asociación Mundial para el Agua (GWP) y Comité de Consejo Técnico.
2001. Manejo Integrado de Recursos Hídricos.
<<http://www.gwpforum.org/gwp/library/TAC4sp.pdf>> Consulta: 28 de mayo del
2010.

Además en el Manejo Integrado del recurso hídrico se deben desarrollar tres pilares fundamentales para su funcionamiento; estos pilares son: un ambiente propicio, roles institucionales e instrumentos de manejo.

Figura 2. Marco general para el MIRH.



Fuente: Asociación Mundial para el Agua (GWP) y Comité de Consejo Técnico. 2001. Manejo Integrado de Recursos Hídricos.

<<http://www.gwpforum.org/gwp/library/TAC4sp.pdf>> Consulta: 28 de mayo del 2010.

Entonces la finalidad del MIRH es tener herramientas complementarias que ayuden a los ejecutantes con la toma de decisiones.

Decisiones que deberán estar basadas en políticas consensuadas, recursos disponibles, impactos ambientales y precisión de las consecuencias económicas y sociales.

1.10 Mecanismos de cobro y pago por servicio ambiental hidrológico²

1.10.1 Tipos de mecanismos de pago

Las compensaciones a los oferentes del servicio ambiental, pueden ser de manera directa (en efectivo), con compensaciones no monetarias o bien combinando ambos métodos.

Los pagos en efectivo incluyen pagos directos públicos, pagos directos privados y transferencias vía precios.

Lo que se propone para el caso de Catamayo es realizarlo a través de pagos directos públicos, en el cual el municipio actúa como comprador del servicio ambiental. Los fondos para realizar dichos pagos a los oferentes vendrán de impuestos aplicados a los demandantes del servicio ambiental hidrológico.

En caso de que las gestiones avancen y se concreten convenios y acuerdos, también se podría realizar el pago a través de pagos directos privados, en los que los compradores son ONG'S nacionales o internacionales y también de empresas privadas.

Y el último de los pagos que se podría utilizar es el pago por transferencia vía precios. En el cual, la compensación a los oferentes del servicio ambiental es por

² Banco Interamericano de Desarrollo. Diálogo Regional de Política.

<http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=678846>

dotar de un producto (amigable con el ambiente) proveniente de sus tierras. El turismo ecológico es una alternativa válida y amigable con el medio.

Los pagos en efectivo parecen ser particularmente apropiados cuando los proveedores de los SA sacrifican ingresos para cumplir con el contrato del PSA (por ejemplo dejan de producir cultivos comerciales para conservar áreas críticas para la protección de cuencas).

Por el otro lado, las compensaciones no monetarias se efectúan por medio de numerosas maneras diferentes. No obstante su diversidad, las más comúnmente empleadas son las siguientes: provisión de capacitación o asistencia técnica, pagos “en especie”, desgravaciones impositivas y obras de infraestructura comunitaria. Las compensaciones no monetarias parecieran ser factibles en situaciones en que cumplir con el contrato del PSA no requiere la realización de inversiones iniciales que demanden la erogación de dinero en efectivo.

1.10.2 Tipos de mecanismo de cobro

Los mecanismos que se utilizan para realizar el cobro del servicio ambiental son:

El cobro en especie (no es monetario) se lo realiza tomando como referencia el trabajo o esfuerzo que cada persona realiza y se lo puede medir en horas/hombre. Este sistema de cobro resulta muy útil en comunidades pequeñas y con escasos recursos económicos; el segundo mecanismo es a través de impuestos (destinados a la conservación) aplicados por parte de las autoridades, se penaliza la actividad que esta atentando con el servicio ambiental; el tercer método es el cobro a los demandantes del servicio ambiental por el uso y consumo del agua. En caso de que

se aplique un mecanismo de pago por servicios ambientales en Catamayo, este sería mecanismo sería el indicado; y el último mecanismo es el cobro del SA en el cual se realiza por el sobreprecio del producto certificado, tal el caso de los sobreprecios por café bajo sombra o productos forestales certificados. Los tipos de mecanismos de cobro de los SA influyen en la sostenibilidad financiera de los PSA, aunque existen fuentes de financiamiento de esquemas de PSA que no se basan en cobros directos a los beneficiarios.

1.11 Tarifas ambientalmente ajustadas a través de internalización de componentes ambientales

Se ha demostrado que cuando ha existido subvaloración del recurso hídrico, la reacción de la sociedad ha ido a favor del derroche y un aprovechamiento sub-óptimo, así como a la degradación del mismo, en lugar de la protección y el uso racional del recurso. (Panayotou 1994, Cruz *et al.*, 1997 citado por Barrantes y Vega 2002)

Por eso es necesario restablecer el nexo perdido entre la escasez y el precio de los recursos, particularmente en el caso del agua, donde tradicionalmente se ha subsidiado, pues no se cobra un precio que refleje su verdadera escasez. (Warford 1997)

Lo anterior es posible si se toman en cuenta los distintos costos dentro de la tarifas que se cobren por el uso de este recurso, donde se deben considerar aquellos costos ambientales tales como el valor que se le debe dar al bosque como proveedor de servicios ambientales, en particular el servicio ambiental hídrico, los costos de recuperación de cuencas, y el valor del agua cuando este es un insumo importante para la producción de ciertos bienes que se trazan en el mercado. (Barrantes y Vega 2002)

1.12 Valoración de los servicios ambientales

El enfoque principal que tiene la valoración de los servicios ambientales es para mejorar la gobernabilidad y manejo de las fuentes hídricas, frenar el deterioro de las fuentes hídricas y por consecuencia el stress hídrico; de esta manera asegurar el normal flujo de los servicios ambientales. (FAO 2003)

No obstante, autores del Banco Mundial concuerdan en que los sistemas de pago por servicios ambientales requieren de "esfuerzos especiales para asegurar que los pobres tengan acceso a las nuevas oportunidades creadas por los programas de PSA" (Pagliola 2003). Sin embargo, en los modelos el rol de los gobiernos (nacionales o locales) y el marco legal nacional dentro del que deben ocurrir estos pagos, parecen por el momento más bien reducidos.

Entonces las metodologías que ayudan a valorar un servicio ambiental aun son rudimentarias y conllevan a mala práctica en la toma de decisiones. (Barzetti 1993)

Para justificar determinadas políticas y programas de valorización de recursos hídricos en cuencas andinas, a menudo los gobiernos regionales culpan a las malas prácticas locales de manejo de los recursos naturales, especialmente del agua, la tierra y los bosques. Poco se mencionan los efectos globalizantes y nacionales negativos, como la falta de regulación de los procesos de liberalización de antiguos monopolios estatales a partir de los años noventa, en conjunto con una desregulación de los órganos de control, supervisión y monitoreo de la calidad y cantidad, así como insuficientes programas de ordenamiento territorial y políticas sociales de erradicación de la pobreza. En suma, un acercamiento a las causas del deterioro ambiental en muchas cuencas debe originarse en una revisión de las políticas territoriales y de recursos en los últimos años, así como del paulatino empobrecimiento y las escasas fuentes sustentables de trabajo en las zonas rurales y

del creciente aumento en la demanda de los recursos naturales por parte de diferentes actores. (www.scielo.cl 2006)

1.13 Valoración económica del recurso hídrico

La valoración económica del recurso hídrico de cualquier zona se basa en la obtención de dos valores que son:

1.13.1 Valor de protección de la vegetación proveedora de servicio ambiental hidrológica³

La vegetación de importancia para la provisión del servicio ambiental necesita cuidado y control, lo cual se logra con el pago del costo de oportunidad a cambio del “no uso” o “uso ambientalmente amigable” de sus terrenos.

La intención es considerar a la protección de la vegetación como una actividad económica rentable para los propietarios de estas tierras, que les permita mantener o aumentar su calidad de vida al mismo tiempo que a los demandantes del servicio ambiental hidrológico.

Para estimar el valor de protección de la vegetación proveedora del servicio ambiental hidrológico es necesario conocer:

³ Tomado de Rojas, J. 2004. Valoración económica del agua de uso doméstico en Quilanga, Loja. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Sede Ibarra. Ecuador. p. 10.

- El volumen anual de agua ofertada (agua que física y tecnológicamente se puede utilizar para determinado uso) por la zona en que se asienta la vegetación de importancia hidrológica.
- El costo de oportunidad de las zonas de importancia hídrica. El Método de Costo de oportunidad propone que los costos de usar un recurso para ciertas actividades que no tienen precios en un mercado establecido, o no son comercializados, pueden ser estimados usando, como variable de aproximación, el ingreso perdido (o no percibido) por dejar de utilizar el recurso en otros usos alternativos que si tienen precios de mercado.
- La superficie (ha) de vegetación de importancia hidrológica que se debe proteger.

1.13.2 Valor de recuperación y mantenimiento de la zona abastecedora de agua⁴

Es un proceso llevado a cabo para la conservación de las fuentes de agua, superficiales y subterráneas, de tal manera que el potencial hidrológico de la zona de importancia, aumente o se mantenga.

Los costos para protección y recuperación se determinan por los gastos necesarios en salarios, insumos, materiales, personal, etc. para implementar actividades en la zona de recarga donde existen usos incoherentes con el mantenimiento de la oferta de agua a la sociedad. De acuerdo con las características de cada zona, el costo debería ser equivalente al de recuperar un agro ecosistema y dejarlo en condiciones mínimas aceptables para favorecer la provisión del servicio ambiental hidrológico de acuerdo

⁴ Barrantes y Castro 1998 citado por Rojas 2004

a la realidad socioeconómica del lugar. Para calcular este valor se requiere conocer e identificar:

- Identificación del área que se debe mantener y recuperar.
- Gastos y actividades para mantener el área abastecedora de agua.

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA

2.1 Descripción del sitio de estudio

Para describir la zona en donde se realizará el presente trabajo se procedió a buscar información secundaria acerca todo lo que corresponde a su ubicación geográfica, división política, a la realidad demográfica, actividades económicas, al clima, a su extensión territorial, zonas ecológicas y presencia de cuerpos hídricos. Esta información se la obtuvo gracias a los recursos bibliográficos disponibles además de la utilización del software Arc View Gis 9.2 para la digitalización y procesamiento de la información; facilitados por instituciones públicas y privadas (Municipio de Catamayo, Universidad del Azuay, IERSE, Universidad Técnica Particular de Loja y Naturaleza y Cultura Internacional).

2.2 Establecimiento de los servicios hidrológicos destinados a ser comprados o vendidos

2.2.1 Análisis morfométrico

A este análisis se lo realizó con el procesamiento de información en Arc Gis 9.2. A esta información se la recolectó tanto del Área de SIG de la UTPL como del Almanaque Electrónico Ecuatoriano. Luego se calculó los parámetros expuestos a continuación:

- **Área de la microcuenca:** es la medida de su superficie, encerrada por la divisoria topográfica.
- **Perímetro:** medición de la línea divisoria del área.
- **Longitud axial:** es la distancia entre la desembocadura y el punto más lejano de la microcuenca.
- **Ancho promedio:** es el resultado de la división del área de la microcuenca sobre su longitud axial.
- **Forma de la microcuenca:** controla la velocidad con la que el agua llega a su cauce principal, desde el origen a la desembocadura cuando el agua sigue un cauce normal.

Para el cálculo de este parámetro se han propuesto varios coeficientes que son necesarios, debido a lo difícil que es expresar este parámetro por medio de un índice numérico. Se utilizó:

Factor forma: Para determinar este índice se utilizó el Método de Gravelius y sirve para expresar la relación entre el ancho promedio y la longitud axial de la microcuenca. Al calcular este factor se puede observar la tendencia a que se presenten crecidas en la microcuenca; entonces las que tienen un factor de forma bajo, son menos propensas a tener intensas y simultáneas precipitaciones, que un área de igual tamaño con un factor forma mayor. A continuación se muestra la fórmula utilizada:

$$Ff = \frac{\text{Ancho promedio}}{\text{Longitud axial}}$$

Altitud media: previo al cálculo de la altitud media se obtuvo la altura máxima y mínima de la microcuenca a través de Arc View Gis 9.2.

$$H_m = \frac{H - h}{2}$$

Donde:

H = Altura máxima

h = Altura mínima

Coefficiente de masividad: para su cálculo se utilizó el Método de Martone, este relaciona la altura media con la superficie de la microcuenca, con la finalidad de determinar su relieve.

$$tg^\infty = \frac{Hm}{S}$$

Donde:

Hm = Altura media

S = Superficie de la microcuenca

Coefficiente orográfico: es el producto de la altura media con el coeficiente de masividad; es importante para la caracterización del relieve. La fórmula que se utilizó fue:

$$Co = tg^\infty Hm$$

Donde:

tg^∞ = Coeficiente de masividad

Hm = Altura media

Densidad de drenaje: Este parámetro indica la disposición de los cauces, corrientes fluviales y redes de drenaje. Es la relación entre la longitud de

todos los ríos con la superficie total. Se tomó en cuenta la ley de Horton que expresa que valores mayores a 2,5 Km/Km² son bien drenados y valores cercanos a cero son muy mal drenados.

$$Dd = \frac{\sum L}{A}$$

Donde:

ΣL = Sumatoria de longitud de drenaje

A = Área de la microcuenca

2.2.2 Recopilación de información secundaria de la ecología (flora y fauna) del sector

Para este estudio no existió la necesidad de profundizar en este tema, pero se debe tener en cuenta la importancia de conocer la flora y la fauna para de esta manera darle una mayor valoración a la zona de análisis.

La obtención de la información secundaria se la realizó por medio de recursos bibliográficos disponibles o directamente de los habitantes del sector. Para obtener información proveniente de los habitantes de Catamayo, sobre la diversidad de flora y fauna de su zona, se realizaron 20 encuestas, a personas mayores de 18 años. (Anexo 1). Las encuestas fueron realizadas a los habitantes de lugares aledaños a las fuentes hídricas y de la ciudad de Catamayo.

También fue necesario realizar salidas de campo, para por medio de la observación directa, determinar las especies más representativas y de mayor importancia de las microcuencas. Se realizaron 2 salidas de campo por cada microcuenca abastecedora

del recurso hídrico. En cada una de las salidas técnicas se procedió a identificar las especies vegetales y animales a través de fichas y guías de campo.

2.2.3 Georeferenciación, clasificación y caracterización de las fuentes hídricas

Para la georeferenciación de las fuentes de agua fue necesaria la ayuda de un guía perteneciente a DEMAPAL para trasladarnos a los lugares exactos de las captaciones. Con el GPS se tomaron los puntos geográficos y luego se los descargó en el software Arc View Gis 9.2 para obtener el mapa de la ubicación de las fuentes de agua.

Luego se las clasificó, para lo cual fue necesario determinar si las fuentes de agua eran: proyectos de agua potable que tienen la finalidad de distribuir el recurso a las comunidades por medio de bombeo, gravedad, tuberías, etc.; manantiales; pozos naturales o el río en su parte baja o alta según sea el caso.

Cada fuente fue caracterizada con el número de beneficiarios, estado en el se encuentra actualmente y se identificó a los pobladores que habitan o colindan con las fuentes de agua con el fin de establecer si son o no propietarios de esa zona, debido a que si lo fueran serían los proveedores potenciales del SAH.

2.2.4 Oferta total hídrica

Para obtener la oferta hídrica total, se utilizó los registros de la precipitación anual de toda el área de estudio (microcuencas) así como también la temperatura media anual. Esta información se la obtuvo de los datos pluviométricos del Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Loja. Ya con la información necesaria se calculó la Oferta Total, mediante la siguiente fórmula.

$$OT = P \times A$$

Donde:

P = Precipitación media anual de las microcuencas (m³/año)

A = Área de las microcuencas (Km²)

En vista de que un porcentaje de la oferta total hídrica regresa a la atmósfera, a través de procesos de evapotranspiración, escorrentía o infiltración y no todo es aprovechable, se realizó otro cálculo con la siguiente fórmula:

$$OT_{ZIH} = PA_{ZIH}$$

Donde:

ZIH = Zona de importancia hídrica

De esta manera se obtuvo un dato que nos indica la oferta total hídrica disponible en las microcuencas proveedoras para la ciudad de Catamayo.

En la fórmula anterior se toma en cuenta la precipitación que cae solamente en el área que es catalogada como zona de importancia hídrica. (ZIH: zona donde existe recarga de las fuentes y corrientes de agua que aportan y abastecen a la ciudad de Catamayo).

2.2.5. Cálculo de la oferta y demanda social hídrica

Se requirió de la cooperación del Departamento de Agua Potable y Alcantarillado de Catamayo perteneciente al Municipio.

Con los datos que se nos brindaron, se obtuvo la oferta real de los sistemas de agua: La Sota, Villonaco y Pozos Profundos. También se obtuvieron los caudales y los volúmenes diarios que fueron necesarios para calcular la oferta anual.

El cálculo de la demanda hídrica social, requirió del número de usuarios que son dotados del servicio para calcular el consumo promedio anual.

2.3 Análisis del servicio ambiental

2.3.1 Identificación de las microcuencas que dotan de agua a la ciudad

Con el análisis de mapas facilitados por la UTPL, NCI y Municipio de Catamayo, además de la toma de datos con GPS de las captaciones y posteriores recorridos cauce arriba, se definió e identificó las microcuencas que benefician con agua a Catamayo. Los puntos tomados con el GPS se los descargo en ArcView GIS 9,2 para de esta manera observar en que microcuenca está ubicada la captación de agua.

2.3.2 Determinación de cubierta vegetal y uso actual del suelo de las microcuencas aportantes

Los datos de la cobertura vegetal y del uso del suelo de las microcuencas abastecedoras de agua para la ciudad de Catamayo, se los obtuvo mediante la información geográfica que fue facilitada por el Área de Sistemas de Información Geográfica de la UTPL, además se obtuvo información desde el Almanaque Electrónico Ecuatoriano disponible en la web.

Mediante Arc View Gis 9,2 se realizó un mapa delimitado, con las respectivas coberturas vegetales presentes en cada microcuenca estudiada. Para la elaboración de los mapas se trabajó con escala 1:100000.

Posteriormente se calculó el área de cada una de las coberturas vegetales en la microcuenca, es decir que porcentaje de la microcuenca se encuentra cubierta por cualquiera de los diferentes tipos de vegetación.

Para validar lo obtenido mediante software, fue necesario realizar salidas de campo para confirmar *in situ* la información de los tipos de cobertura vegetal.

2.3.3. Estimación del Índice de Importancia Hidrológica (IPH)

El cálculo del IPH es realizado para analizar la importancia hidrológica de la vegetación.

Se empezó con el análisis del mapa de coberturas vegetales de las microcuencas que son factor de nuestro estudio.

Se utilizó una matriz en la cual se asigna el índice de importancia hidrológica según el tipo de vegetación que presente el sitio. En esta matriz se coloca puntuaciones (de 0 a 1) a los diferentes tipos de vegetación. (Cuadro 1). Para la elaboración de esta matriz se tomó como referencia estudios anteriores en los que concuerdan con las puntuaciones.

Con los valores del IPH, se logró determinar **la aptitud de la vegetación para proveer el servicio ambiental**. Mediante la aplicación de la matriz desarrollada por Urbina (1997) y Henao (1998) en la cual se ubican los grados de protección a partir de los valores obtenidos anteriormente (IPH), luego según sea el grado de protección se determina si la vegetación necesita: conservación, conservación/recuperación, recuperación o recuperación/concienciación.

Además se determinó **la zona de importancia hidrológica (ZIH)** que es la zona que se encuentra aguas arriba, desde la captación hasta el límite de la microcuenca y que están ocupadas por vegetación de muy alta y alta importancia conformada por matorrales y bosques. Y también se identificó las zonas que son importantes para la recuperación (ZIR) que tienen categoría de importancia desde media hasta muy baja estas zonas están conformadas por pastizales, cultivos anuales y perennes, áreas desnudas y zonas quemadas.

Finalmente se determinaron las zonas protectoras (zonas de importancia hídrica ZIH) que corresponden a aquellas ocupadas por la vegetación de importancia alta y muy alta como bosques y matorrales, así como las (zonas importantes para la recuperación ZIR) que se refieren a aquellas con importancia muy baja hasta media, integradas por pastizales, complejos, áreas quemadas, y suelos desnudos.

Todos estos parámetros en definitiva nos permitieron obtener las variables ambientales que se requieren en la valoración del recurso hídrico (valor de productividad hídrica y valor de recuperación).

A continuación se muestra el cuadro que posee la lista de chequeo que se aplica para obtener los valores IPH y el de la aptitud de la vegetación para proveer el SAH.

Cuadro 1. Lista para asignación del IPH según el tipo de vegetación del lugar.

Tipo de vegetación	Puntuación
Páramo arbustivo	1
Bosque natural	1
Matorral	0,80
Plantación forestal	0,70
Bosque plantado con arbusto	0,70
Cultivos perennes	0,50
Matorral en área con proceso de erosión	0,50
Pasto natural con matorral	0,50
Pastizales completos de plantas vivaces	0,50
Pasto natural en área erosionada	0,45
Pastizales con proceso de erosión	0,40
Cultivos anuales	0,30
Zona poblada	0
Zona desnuda	0

Fuente: Autor.

Cuadro 2. Aptitud de la vegetación para la provisión del servicio ambiental hídrico.

Rangos IPH	Importancia	Aptitud
0,00 - 0,20	Muy baja/nula	Regeneración/concientización
0,30 - 0,40	Baja	Recuperación
0,50 - 0,60	Moderada	Protección/recuperación
0,70 - 0,80	Alta	Conservación/recuperación
0,90 - 1,00	Muy alta	Conservación

Fuente: ROJAS, J. 2004. Valoración económica del agua de uso doméstico en Quilanga, Loja. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Sede Ibarra. Ecuador. p. 10.

2.4 Valoración económica del recurso hídrico

La valoración económica del agua de las microcuencas abastecedoras de la ciudad de Catamayo, fue desarrollada tomando en cuenta la metodología utilizada por Rojas (2004), la misma tuvo que ser adaptada a la realidad de Catamayo debido a la variabilidad que existe sobre todo en lo que tiene que ver con la cobertura vegetal y la realidad climática del sector objetivo de nuestro estudio.

Esta metodología permitió valorar económica y ecológicamente el recurso agua y así estimar su costo, enfocado en mantener su cantidad y mejorar su calidad; a través del cálculo de dos factores ambientales: el valor de captación o también llamado el valor de protección de la vegetación proveedora del servicio ambiental; y, el valor de

mantenimiento y recuperación del área que provee agua. Dichos valores fueron sumados para obtener un componente ambiental que fue internalizado a la tarifa de consumo para ajustarla ambientalmente.

2.4.1 Valor de protección de la vegetación proveedora del servicio ambiental

Se utilizó el método de costo de oportunidad, este es un monto que se debe reunir para compensar a los oferentes del servicio ambiental a cambio de la protección de la vegetación proveedora

Por medio de encuestas realizadas a 10 predios específicos de la microcuenca, se tomaron y analizaron datos reales de mercado para tener un acercamiento del valor de los ingresos netos que cada propietario u oferente tiene en su predio; estos ingresos serán destinados para compensar el no uso de sus tierras.

Posteriormente al costo de oportunidad se lo relacionó con el área cubierta por vegetación de alta y muy alta importancia hidrológica que debe protegerse (en ha).

Fue necesario también, establecer la importancia que la población beneficiaria le da a la vegetación, para ellos se aplicaron 100 encuestas semi-estructuradas, en las cuales se hizo referencia a los servicios que presta la cobertura vegetal en función del recurso hídrico, tomando en cuenta las preguntas que fueron mayormente seleccionadas. A los datos obtenidos se les realizó una ponderación sobre 100 con rangos que van de 0 a 33, de 34 a 66 y de 67 a 100; y para su aplicación en la correspondiente fórmula (Valor de protección) se sacaron promedios (16,5; 50,0 y 83,5) con los porcentajes de los rangos de importancia.

A continuación se muestra la ecuación aplicada para estimar el valor de protección de la vegetación proveedora del servicio ambiental hídrico:

$$VP = \frac{CO \cdot Ab \cdot a}{D}$$

Donde:

VP = Valor de protección de la vegetación proveedora del SAH (US\$/m³)

CO = Costo de oportunidad (US\$/ha/año)

Ab = Área bajo cobertura vegetal protectora proveedora del SAH (ha)

a = Importancia de la cobertura vegetal protectora en función del recurso hídrico (%)

D = Volumen anual de agua captada por la vegetación proveedora del SAH en la zona de importancia hídrica de la microcuenca (m³/año)

2.4.2 Valor de mantenimiento y recuperación del área abastecedora de agua

A través de recorridos de campo dentro de las microcuencas abastecedoras de agua a la ciudad y con la utilización de el software Arc View Gis 9.2, se identificó el área a mantener que es la zona que provee mayor cantidad de agua a la comunidad; mientras que el área a recuperar es aquella que se encuentra degradada pudiendo estar conformada por pastizales, zonas agrícolas, zonas agroforestales, zonas quemadas o erosionadas.

- **Para mantener la zona abastecedora del área abastecedora del recurso hídrico**, se desarrollaron alternativas para mantener el área cubierta por la vegetación y también para mantener la flora y la fauna presente en estos

ecosistemas. Las propuestas son enfocadas a los oferentes del servicio ambiental para crearles una conciencia económica-ambiental, esto sin restar importancia a las otras partes que son los demandantes del servicio ambiental y al Municipio. Se elaboró un cuadro en el cual se detallan las actividades, requerimientos y costos para el mantenimiento y protección del bosque y matorral de la zona de importancia hídrica.

- **Para la recuperación el área abastecedora del agua**, se propuso implementar prácticas como el cerramiento de las fuentes de agua y la plantación de especies nativas arbustivas o arbóreas.

Posteriormente se calculó un costo total de recuperación y mantenimiento del potencial hidrológico de la zona proveedora del servicio ambiental por medio de la sumatoria de los costos de cada actividad propuesta para recuperar o mantener dicha zona, esto se lo realizará (ficticiamente pero con valores reales y vigentes en la actualidad) para una fase inicial de cinco años. Al calcular este costo en función de los avances propuestos por año se obtiene el valor que se debe considerar anualmente para ajustar la tarifa.

Para la estimación del valor de recuperación y mantenimiento se utilizó la ecuación:

$$VR = \frac{C \cdot Ar \cdot a}{D}$$

VR = Valor de recuperación del área proveedora del SAH. (US\$/m³)

C = Costo para las actividades de protección y recuperación. (US\$/ha/año)

Ar = Área a recuperar en la microcuenca. (ha)

a = Importancia de la cobertura vegetal protectora en base al IPH. (%)

D = Volumen anual de agua captada por la vegetación proveedora del SAH en la zona de importancia hídrica de la microcuenca. (m³/año).

2.5 Estimación de la tarifa por consumo del recurso

Para determinar la tarifa por consumo del recurso hídrico se realizó el siguiente procedimiento:

2.5.1 Costo de operación y mantenimiento, se lo obtuvo de los registros existentes en el municipio de Catamayo (DEMAPAL); los datos que se necesita son los costos de personal, materiales, suministros, remuneraciones e imprevistos. Este valor será expresado en \$ / m³ pero no considera la depreciación de activos ni recuperación de las inversiones que por mandato legal son responsabilidad de entidades gubernamentales y del municipio. La inserción de este valor en la estructura tarifaria permitirá la recuperación de los gastos operativos que se realicen al ofrecimiento del servicio.

2.5.2 El Margen de ahorro inversión (imprevistos), dinero que debe estar presente en la tarifa para que el municipio genere fondos de reserva. Este valor se lo obtuvo de acuerdo al interés bancario vigente y la tasa de crecimiento de la población. Luego se realizó una sumatoria del valor del costo de operación y mantenimiento del sistema de agua con la tasa de crecimiento poblacional; y, una regla de 3 comparando la tasa de interés bancario.

Finalmente el componente operacional consolidado se lo obtuvo sumando ambos valores antes obtenidos. Dichos valores son el costo de operación y mantenimiento y el margen de ahorro inversión.

2.5.3. Disposición de pago por una tarifa ambientalmente ajustada

Es necesario conocer las posibilidades y disposición de la sociedad beneficiaria del servicio de agua acerca de una posible implementación de una tarifa con un componente ambiental internalizado.

En el caso de Catamayo se utilizó la valoración contingente o hipotética que consiste en la aplicación de encuestas (50 encuestas) a una muestra representativa de la población. Esta técnica sirve para preguntar a los usuarios: sobre su disposición a pagar un rubro adicional destinado a mantener y recuperar el potencial hídrico de las microcuencas; y, sobre la cantidad y calidad del agua ofrecida por parte de DEMAPAL.

2.6 Cálculo de la tarifa hídrica ambientalmente ajustada

Se la calculó integrando los componentes operacional y ambiental; es decir se internalizó algunas variables ambientales en la tarifa de consumo de la ciudad de Catamayo y de esta manera generar ingresos para proteger y mantener las microcuencas abastecedoras.

La meta de la aplicación de la tarifa ajustada, es reducir las pérdidas permanentes del Municipio de Catamayo por razón de dotación de agua; y que al contrario, esta tarifa se convierta en una permanente generadora de ingresos para financiar sus componentes. A continuación se expone el cuadro de los componentes que fueron considerados para la generación de esta nueva tarifa:

Cuadro 3. Componentes considerados para la generación de la tarifa ajustada ambientalmente.

Componentes de la tarifa ambientalmente ajustada	
1. Ambiental	1.1. Valor de protección de la vegetación proveedora del servicio ambiental hidrológico
	1.2. Valor de recuperación de la zona de importancia hídrica
2. Operacional	2.1. Costos operativos para la dotación de agua potable
	2.2. Margen de ahorro inversión

Fuente: ROJAS, J. 2004. Valoración económica del agua de uso doméstico en Quilanga, Loja. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Sede Ibarra. Ecuador. p. 10.

Luego hipotéticamente se determinaron los ingresos potenciales que se generarían con la implementación de la tarifa ambientalmente ajustada.

CAPÍTULO 3

RESULTADOS

3.1 Sitio de estudio

La zona de estudio se encuentra formando parte de la Cuenca Catamayo-Chira (17199,118Km²), donde desarrollan sus actividades diarias hombres y mujeres del norte del Perú y sur del Ecuador; la parte Ecuatoriana de la cuenca comprende los cantones de Celica, Pindal, Macará, Sozoranga, Calvas, Espíndola, Gonzanamá, Quilanga y parte de los cantones de Loja, Catamayo, Paltas, Puyango, Olmedo y Zapotillo, en la provincia de Loja. (Balcazar 2005)

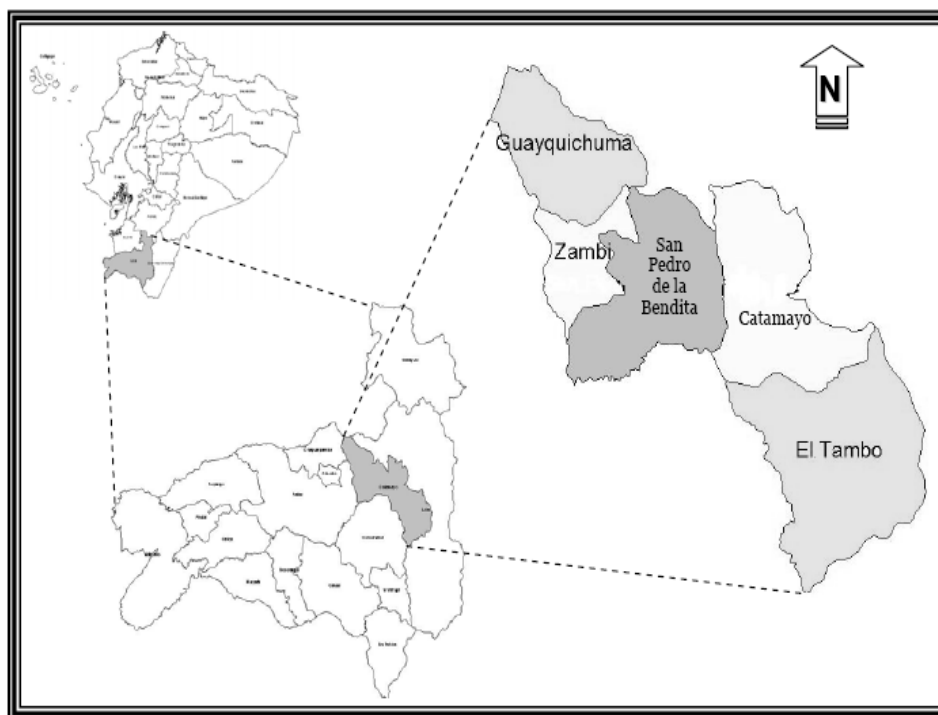
La cuenca hidrográfica Catamayo-Chira está conformada por 6 subcuencas: Quiroz, Chira, Chipillico, Alamor, Macará, Catamayo.

El cantón Catamayo con un clima cálido subtropical, tiene una superficie aproximada de 18.4 x 27.8 km, que representa una superficie total de 510.7 km² que constituye el 10 % del total de superficie de la provincia de Loja. Políticamente se encuentra dividido en 2 parroquias urbanas: Catamayo (La Toma) y San José y en 4 parroquias rurales que son: El Tambo, Guayquichuma, San Pedro de la Bendita y Zambi. (Ver figura 3). En el presente estudio nos enfocaremos en la valoración hídrica de la cabecera cantonal.

Por las características fuertemente accidentadas de la provincia de Loja, tiene pocos valles y ellos son pequeños. Uno de ellos es el valle de Catamayo, que es el más

grande de la provincia, en cuyo territorio se encuentra el cantón bajo estudio. Este hermoso y colorido valle se encuentra rodeado por estribaciones andinas: las elevaciones de Chuquiribamba, de las Chinchas y la cordillera de Ambocas.

Figura 3. División Política del Cantón Catamayo



Fuente: Contexto histórico de configuración del territorio cantonal de Catamayo.

Proyecto AECI y plan Binacional. 2003. [en línea]

<<http://www.flacsoandes.org/dspace/bitstream/10469/879/7/05.%20Cap%C3%ADulo%203.%20Contexto%20hist%C3%B3rico%20de%20configuraci%C3%B3n%20del%20territorio.pdf>>

El valle del Catamayo, se ubica a una altitud de 1.238 m s.n.m, tiene una precipitación anual de 398,6 mm que es una de las más bajas de la provincia, una humedad relativa de 62.1% y una temperatura promedio de 23.9 °C, constituyendo

uno de los valles cálidos de la provincia. Se ubica en las Coordenadas Geográficas, Latitud: S 4° 20' / S 4° 10' y Longitud: W 80° 15' / W 80° 0'. Siguiendo la clasificación de Holdridge, el cantón tiene dos zonas ecológicas: el Monte Espinoso Tropical que predomina en el valle; y el Bosque Seco Premontano en las estribaciones andinas que rodean al valle. Las dos formaciones vegetales son parte de la eco-región de bosque seco. (www.flacsoandes.org 2003)

El cantón se encuentra atravesado por el río Catamayo que le da su nombre. Este río nace en la cordillera de Sabanilla, recibiendo las aguas de los ríos Piscobamba, Vilcabamba y Malacatos, de manera que al pasar por el valle de norte a sur, luce imponente, con un caudal de 24.6 m³ a la altura del Puente Boquerón. A esa altura, recibe las aguas de otro afluente, el río Guayabal, que por su parte ha atravesado una sección importante del cantón, de manera que, a pesar de que la zona tiene pocas precipitaciones, brinda facilidades para el riego convencional. El relieve que rodea al valle es bastante irregular con pequeñas cordilleras como la del Huásimo, Cordoncillo, Portachuelo del Sauce, Cerro Las Peñas, Cerro Órganos, y otros.

Según el Censo de Población y Vivienda (INEC 2001), la población del Cantón Catamayo representa el 6,7 % del total de la provincia de Loja, con aproximadamente 27.000 habitantes (13.328 hombres y 13.672 mujeres). El 63,48 % de la población reside en el área urbana, y el 36,52 % en el área rural, con una densidad de 41,35 habitantes/Km². La pobreza por (NBI) Necesidades Básicas Insatisfechas es de 69,2 %; en tanto que el 84 % de la población está dentro de la incidencia de la pobreza de consumo.

Las principales actividades económicas que se desarrollan son: 71% agricultura; 15% ganadería; 0% minería; 1% turismo; 0,40% pesca; 0% artesanías; 12,60% otras actividades (Plan vial de la provincia de Loja MOP/UCV-HCPL, tomado de www.flacsoandes.org 2003).

3.1.1 Aspectos demográficos del Cantón Catamayo

La población del Cantón Catamayo esta dividida en una parroquia urbana denominada Catamayo (La Toma) y cuatro parroquias rurales que son El Tambo, Guayquichuma, San Pedro de la Bendita y Zambi. Esta población representa el 6,7 % de la población total de la provincia de Loja; el 36,5 % de sus habitantes se encuentran en la zona rural.

Se caracteriza por ser una población joven, ya que el 48,4 % son menores de 20 años. Los moradores en su mayoría se dedican a la agricultura, especialmente el cultivo de productos de ciclo corto. Así mismo gran parte de la zona produce caña de azúcar siendo una importante fuente generadora de trabajo por la extensión del Ingenio Monterrey. Otro importante sector se dedica a la ganadería y al comercio. Finalmente una industria que se ha convertido en permanente fuente de trabajo y generadora de recursos económicos es la de los tejares y ladrillo.

Cuadro. 4 Población en parroquias del cantón Catamayo

Distribución de la población de Catamayo, según sus parroquias			
Parroquias	Hombres	Mujeres	Total
Catamayo (urbano)	8298	8842	17140
Área Rural	5030	4830	9860
Periferia	1133	1071	2204
El Tambo	2572	2451	5023
Guayquichuma	218	204	422
San Pedro de la Bendita	694	730	1424
Zambi	413	374	787
TOTAL	18358	18502	36860

Fuente: Autor (INEC, Censo realizado en el año 2001)

3.1.2 Servicios Básicos:

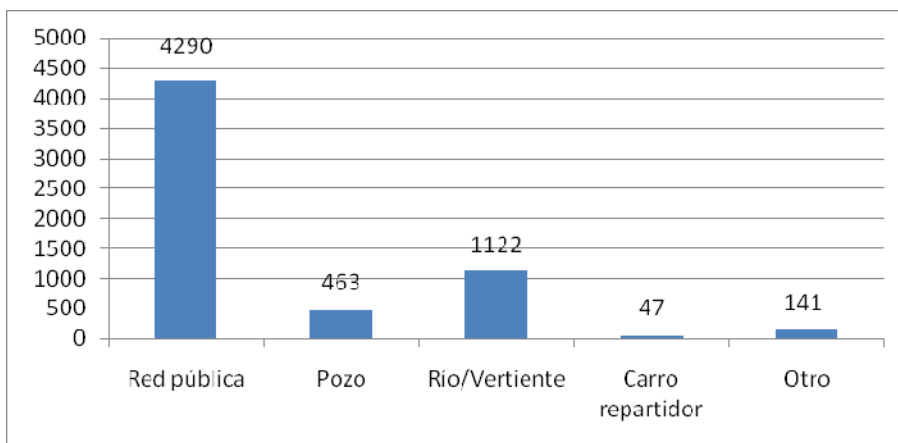
La cabecera cantonal dispone de agua potable, alcantarillado sanitario, energía eléctrica y telefonía; no así las parroquias, las cuales fundamentalmente carecen de los servicios de agua potable y alcantarillado, disponiendo en su lugar el servicio de agua entubada y letrización.

A continuación se puntualiza los servicios básicos y la disponibilidad de los habitantes de dichos servicios:

- **Disponibilidad de agua potable:**

En lo que respecta a la dotación de agua dentro del cantón, se puede observar que gran cantidad de la población goza del servicio de red pública, aunque también se abastecen gracias al río, vertientes, a un pozo o la visita de un carro repartidor. Los datos mostrados en la figura, son de los hogares de todo el cantón.

Figura 4. Abastecimiento de agua en el Cantón Catamayo.

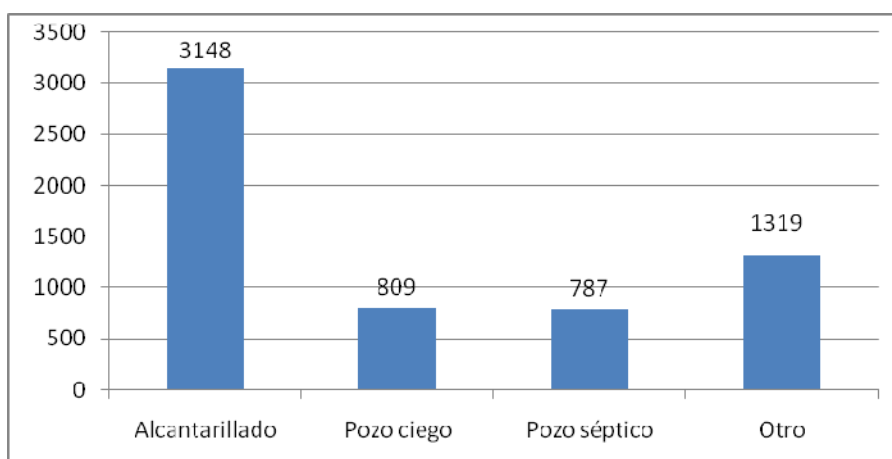


Fuente: Autor (INEC, Censo realizado en el año 2001)

- **Eliminación de aguas servidas:**

El 51,9 % de la población del Cantón elimina las aguas a través de un sistema de alcantarillado; el resto de la población lo hace en pozos ciegos, pozos sépticos, etc.

Figura 5. Eliminación de aguas servidas en Catamayo.

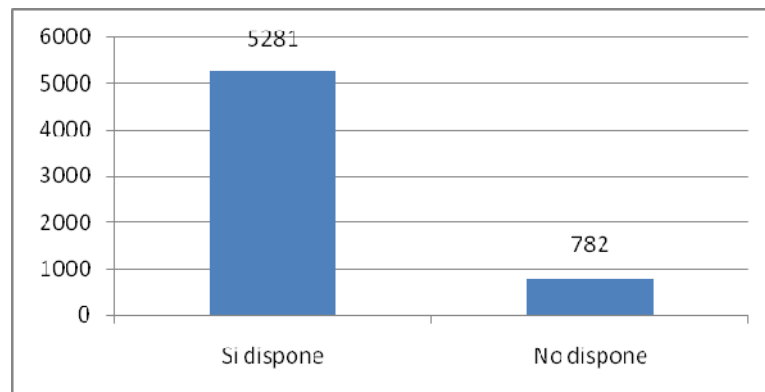


Fuente: Autor (INEC, Censo realizado en el año 2001)

- **Servicio eléctrico y telefónico:**

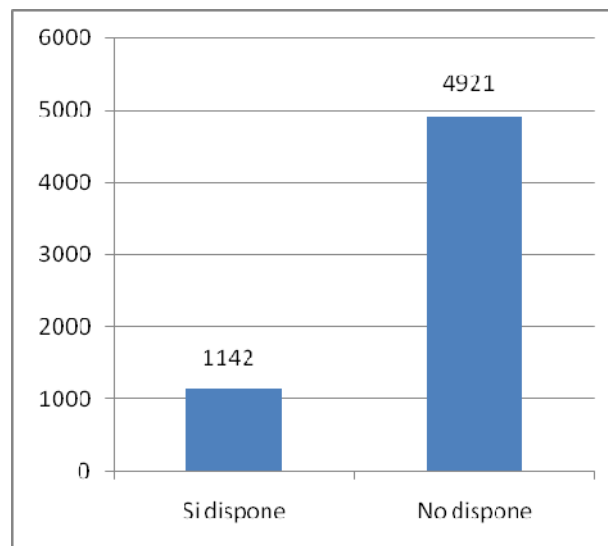
Casi toda la población en Catamayo posee servicio de electricidad, no así con el servicio telefónico que mas de la mitad no lo tiene.

Figura 6. Disponibilidad del servicio eléctrico en el cantón.



Fuente: Autor (INEC, Censo realizado en el año 2001)

Figura 7. Disponibilidad del servicio telefónico en el cantón.



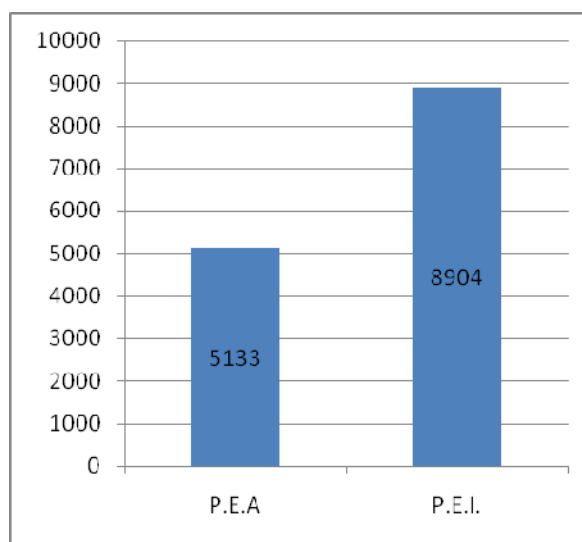
Fuente: Autor (INEC, Censo realizado en el año 2001)

3.1.3 Población económicamente activa de la ciudad de Catamayo:

El Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos en el estudio realizado en 2001, pone a consideración datos estadísticos de la población que es activa desempeñando algún trabajo; tomando en cuenta también a la población inactiva.

Estos datos nos serán de mucha utilidad en nuestro estudio para analizar la condición económica de la población y posteriormente para saber si tendrán la posibilidad de pagar una tarifa ambientalmente ajustada con el alza de precio en su costo que ella conlleva.

Figura 8. Población económicamente activa e inactiva de la ciudad de Catamayo.



Fuente: Autor (INEC, Censo realizado en el año 2001)

En la figura se representan a los pobladores que son activos o inactivos, aclarando que este censo se lo realizó a la gente desde los 5 años en adelante.

3.2 Los servicios hidrológicos destinados a ser “comprados” o “vendidos”

3.2.1 Análisis Morfométrico de las microcuencas

A continuación se presentan los resultados del análisis morfométrico realizado a las microcuencas que aportan de agua a los Sistemas de Agua para la ciudad de Catamayo. Los cálculos e interpretaciones se detallan en los siguientes cuadros:

MICROCUENCA SAN AGUSTÍN

Cuadro 5. Análisis morfométrico de la microcuenca San Agustín.

Parámetro	Unidad	Resultado	Interpretación
Morfología de la microcuenca			
Área	Km ²	476,87	Microcuenca grande
Perímetro	Km	32,60	
Longitud Axial	Km	13,43	
Ancho promedio	Km	35,50	
Factor de forma	Km	2,64	Ovalada y un poco alargada.
Fisiografía de la microcuenca			
Altura máxima	m s.n.m.	2945,3	
Altura mínima	m s.n.m.	1360	
Altura Media	m s.n.m.	792,6	
Coeficiente de masividad	Km ² /Km	0,016	
Coeficiente orográfico	m	12,68	Relieve poco accidentado

Morfología de drenaje de la microcuenca			
Densidad de drenaje	Km/Km ²	0,667	Microcuenca mal drenada

Fuente: Autor (Datos en SIG proporcionados por NCI y UTPL)

- **Morfología de la microcuenca**

Según el Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Agua y Tierras citado por Escobar (2001), el área de la microcuenca San Agustín por su superficie, 476,87 Km², es clasificada como una microcuenca. Esta tiene un perímetro de 32,60 Km, un ancho promedio de 35,50 Km y una longitud axial de 13,43 Km que fue tomada desde la desembocadura hasta el punto más lejano de la microcuenca.

El factor de forma es de 2,64 km y según el método de Gravelius citado por Escobar (2001), San Agustín es una microcuenca un poco alargada por lo tanto no es susceptible a crecidas o inundaciones.

- **Fisiografía de la microcuenca**

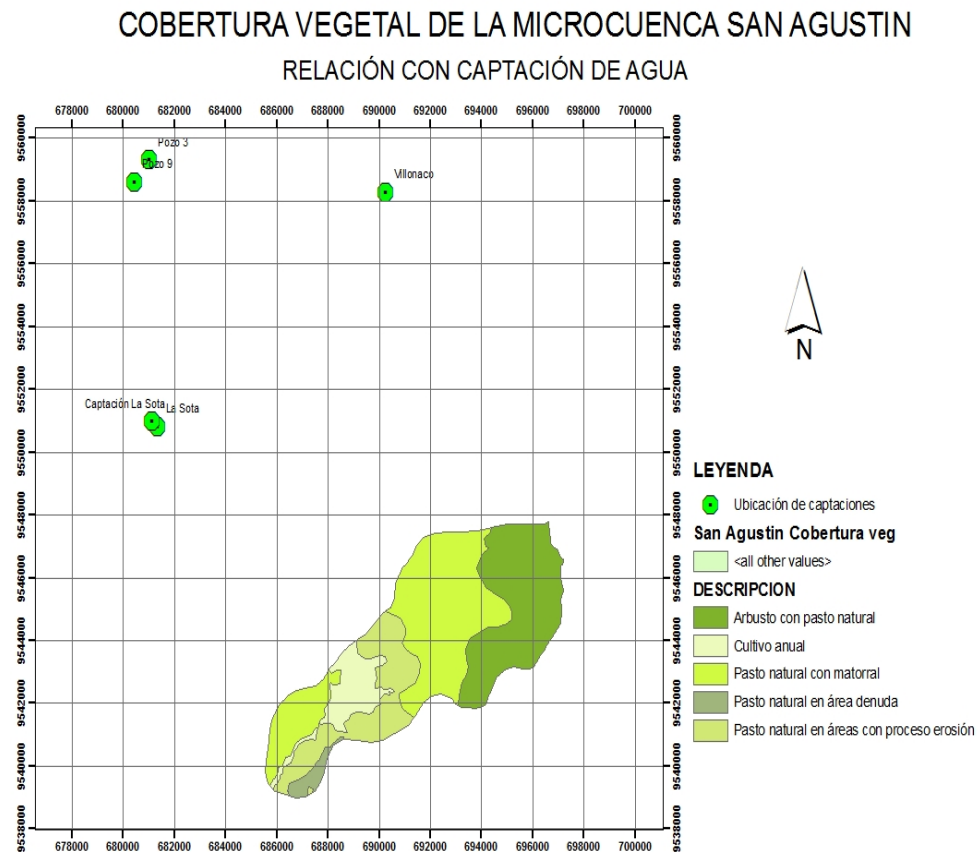
Según las altitudes determinadas (2945,3 y 1360 m s.n.m.); en la microcuenca se hace presente una cobertura vegetal perteneciente al Bosque Seco Premontano, con temperaturas elevadas y escasas precipitaciones.

El coeficiente de masividad y orográfico nos indican que la microcuenca tiene poco relieve, muy común en las microcuencas de esta zona.

- **Morfología de drenaje de la microcuenca**

Debido a que la densidad de drenaje de esta microcuenca es de $0,667 \text{ Km/Km}^2$; podemos decir que se trata de una microcuenca mal drenada; pero el riesgo de crecidas e inundaciones es nulo por la falta de precipitaciones en casi todo el valle de Catamayo. Además la producción de sedimentos y escorrentía es baja.

Figura 9. Mapa de ubicación y de la cobertura vegetal de la microcuenca San Agustín.



Elaborado por: B. Ludeña G. Proyección UTM Zona 17S

Fuente: IERSE-UDA Datum PSAD 56

Puntos con mediciones GPS Escala: 1:100 000

MICROCUEENCA EL HUAYCU

Cuadro 6. Análisis morfométrico de la microcuenca El Huaycu.

Parámetro	Unidad	Resultado	Interpretación
Morfología de la microcuenca			
Área	Km ²	386,04	Microcuenca grande
Perímetro	Km	29,92	
Longitud Axial	Km	12,94	
Ancho promedio	Km	29,83	
Factor de forma	Km	2,30	Microcuenca alargada
Fisiografía de la microcuenca			
Altura máxima	m s.n.m.	2800	
Altura mínima	m s.n.m.	1280	
Altura Media	m s.n.m.	760	
Coeficiente de masividad	Km ² /Km	0,019	
Coeficiente orográfico	m	14,44	Relieve poco accidentado
Morfología de drenaje de la microcuenca			
Densidad de drenaje	Km/Km ²	1,42	Mal drenada

Fuente: Autor (Datos en SIG proporcionados por NCI y UTPL)

- **Morfología de la microcuenca**

El Huaycu es una microcuenca relativamente grande, tiene una extensión de 386,04 Km², un perímetro de 29,92 km y la distancia desde la desembocadura hasta el punto más lejano de la microcuenca es de 12,94 Km lo que ya nos

aproxima a la forma alargada que posee la microcuenca. Para corroborar lo antes mencionado se obtuvo un ancho promedio de 29,83 y un factor de forma de 2,30 Km.

- **Fisiografía de la microcuenca**

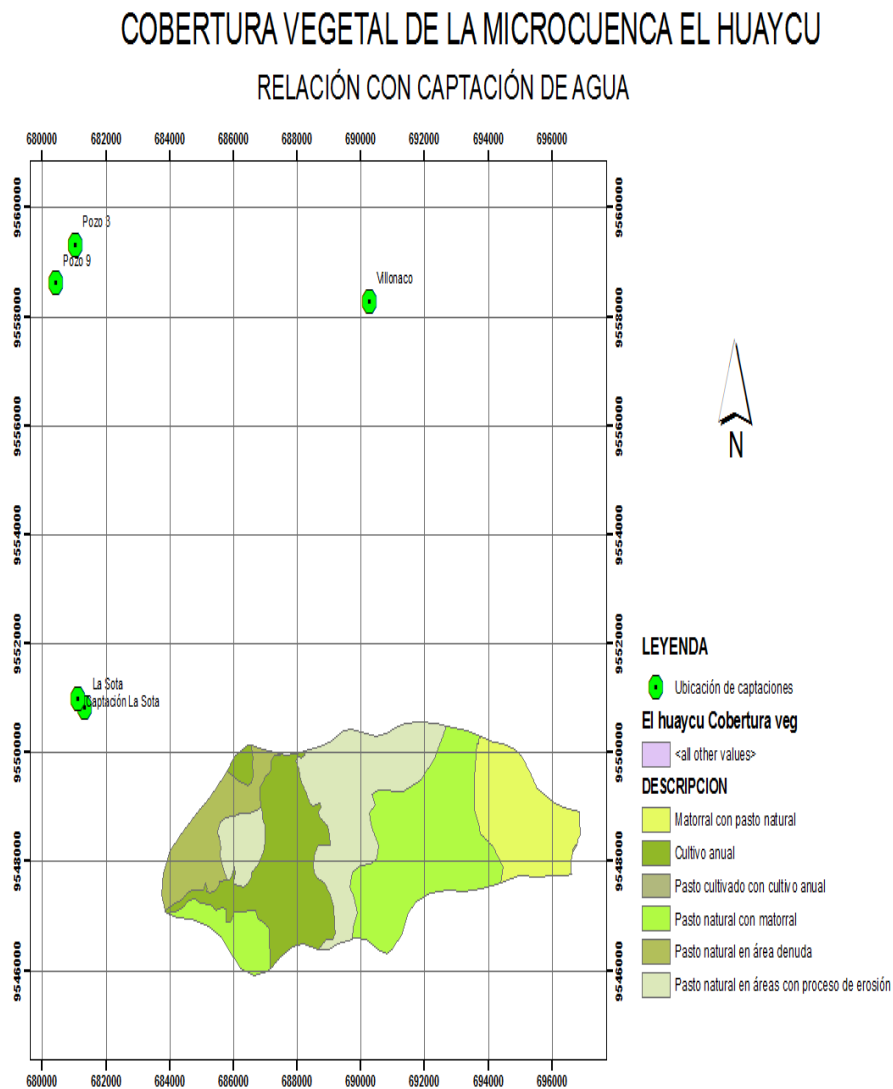
Al igual que la microcuenca San Agustín, esta microcuenca tiene una vegetación que es clasificada dentro del Bosque Seco Premontano. Su altitud varía de entre los 2800 hasta los 1280 m s.n.m.

La microcuenca El Huaycu presenta un relieve muy poco accidentado; así lo indica su coeficiente de masividad ($0,019 \text{ Km}^2/\text{Km}$) y el coeficiente orográfico (14,44 m).

- **Morfología de drenaje de la microcuenca**

La densidad de drenaje de esta microcuenca es de $1,42 \text{ Km}/\text{Km}^2$, por lo tanto tiene un drenaje malo; si en el caso hipotético de que en esta zona se presentaran precipitaciones altas se tuviera constantes inundaciones por el déficit en el drenaje.

Figura 10. Mapa de ubicación y de la cobertura vegetal de la microcuenca El Huaycu.



Elaborado por: B. Ludeña G. Proyección UTM Zona 17S

Fuente: IERSE-UDA Datum PSAD 56

Puntos con mediciones GPS Escala: 1:100 000

MICROCUEENCA INDIUCHO

Cuadro 7. Análisis morfométrico de la microcuenca Indiucho.

Parámetro	Unidad	Resultado	Interpretación
Morfología de la microcuenca			
Área	Km ²	987,95	Microcuenca grande
Perímetro	Km	43,62	
Longitud Axial	Km	16,51	
Ancho promedio	Km	59,83	
Factor de forma	Km	3,62	Triangular, alargada
Fisiografía de la microcuenca			
Altura máxima	m s.n.m.	2800	
Altura mínima	m s.n.m.	1160	
Altura Media	m s.n.m.	820	
Coeficiente de masividad	Km ² /Km	0,008	
Coeficiente orográfico	m	6,56	Bajo y con poco relieve
Morfología de drenaje de la microcuenca			
Densidad de drenaje	Km/Km ²	1,41	Microcuenca mal drenada

Fuente: Autor (Datos en SIG proporcionados por NCI y UTPL)

- **Morfología de la microcuenca**

Se trata de una microcuenca muy grande en comparación con las anteriores. Posee un área de 987,95 Km² y un perímetro de 43,62 Km.

Al realizar el análisis de la longitud axial (16,51 Km), ancho promedio (59,83 Km) y su factor de forma (3,62 Km) se pudo determinar que Indiucho es una microcuenca triangular y un poco alargada. Posteriormente se muestra el mapa de la microcuenca para ratificar su forma.

- **Fisiografía de la microcuenca**

En la microcuenca Indiucho, la altura máxima es de 2800 m s.n.m. y la altura mínima es de 1160 m s.n.m. Su vegetación también pertenece al Bosque Seco Premontano con bajas precipitaciones y temperaturas altas casi en todo el año.

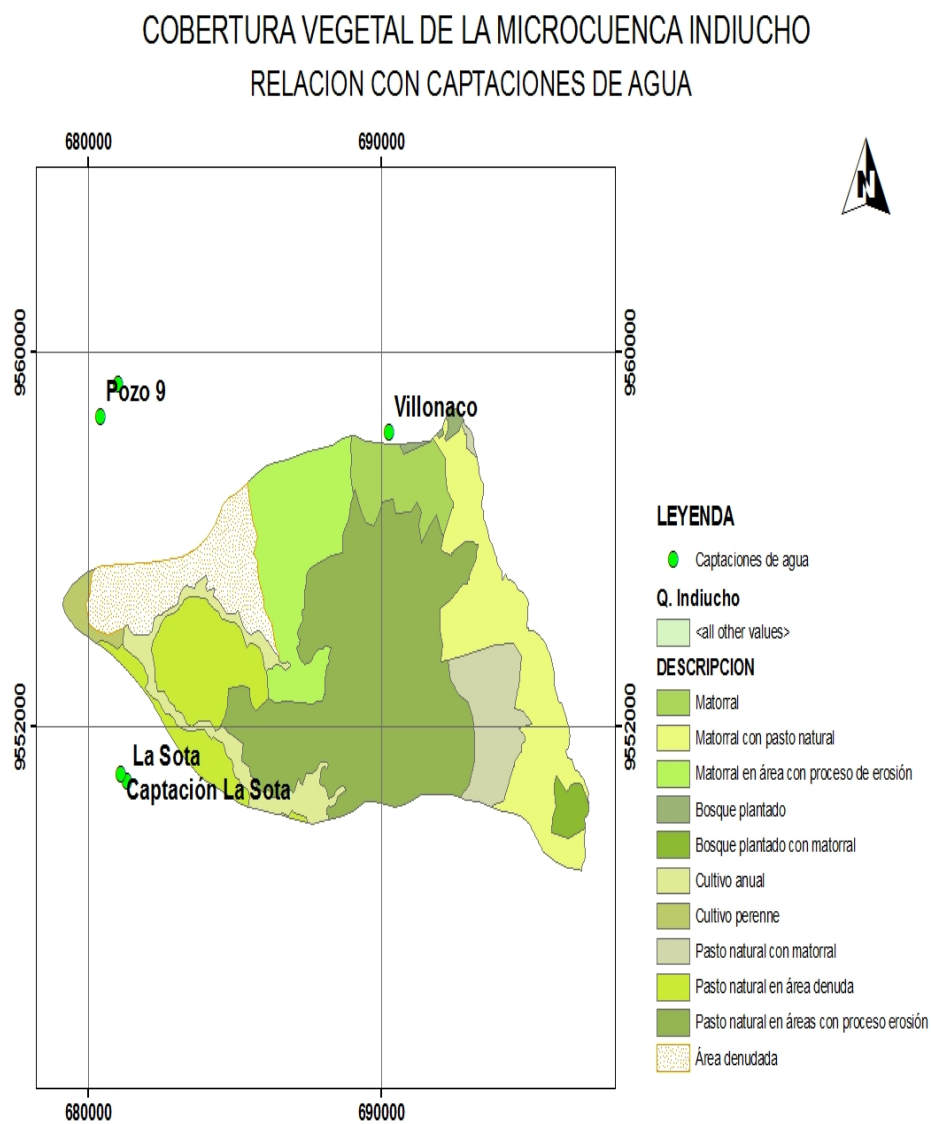
El coeficiente de masividad es de 0,008 Km^2/Km , lo cual determina que el coeficiente orográfico es bajo y con poco relieve.

- **Morfología de drenaje de la microcuenca**

El drenaje deficiente de la microcuenca Indiucho se puede observar al analizar la densidad de drenaje que es de apenas 1,41 Km/Km^2 lo cual es muy bajo al contrastar con su área.

Con lo mencionado anteriormente, en el caso de que se presenten precipitaciones abundantes el riesgo de inundaciones y crecidas es alto.

Figura 11. Mapa de ubicación y de la cobertura vegetal de la microcuenca Indiucho.



Elaborado por: B. Ludeña G. Proyección UTM Zona 17S

Fuente: IERSE-UDA Datum PSAD 56

Puntos con mediciones GPS Escala: 1:100 000

MICROCUEENCA DURAZNILLO

Cuadro 8. Análisis morfométrico de la microcuenca Duraznillo.

Parámetro	Unidad	Resultado	Interpretación
Morfología de la microcuenca			
Área	Km ²	307,82	Microcuenca grande
Perímetro	Km	18,98	
Longitud Axial	Km	14,05	
Ancho promedio	Km	21,90	
Factor de forma	Km	1,55	Microcuenca alargada
Fisiografía de la microcuenca			
Altura máxima	m s.n.m.	2661,53	
Altura mínima	m s.n.m.	1399,33	
Altura Media	m s.n.m.	631,1	
Coeficiente de masividad	Km ² /Km	0,035	
Coeficiente orográfico	m	22,08	Moderado relieve
Morfología de drenaje de la microcuenca			
Densidad de drenaje	Km/Km ²	0,026	Mal drenada

Fuente: Autor (Datos en SIG proporcionados por NCI y UTPL)

- **Morfología de la microcuenca**

Duraznillo es clasificada como microcuenca debido a la superficie y características que posee.

El área de la microcuenca es de 307,82 Km², con un perímetro de 18,98 Km; y al analizar la longitud axial, ancho promedio y factor de forma se observa que se trata de una microcuenca grande y alargada.

- **Fisiografía de la microcuenca**

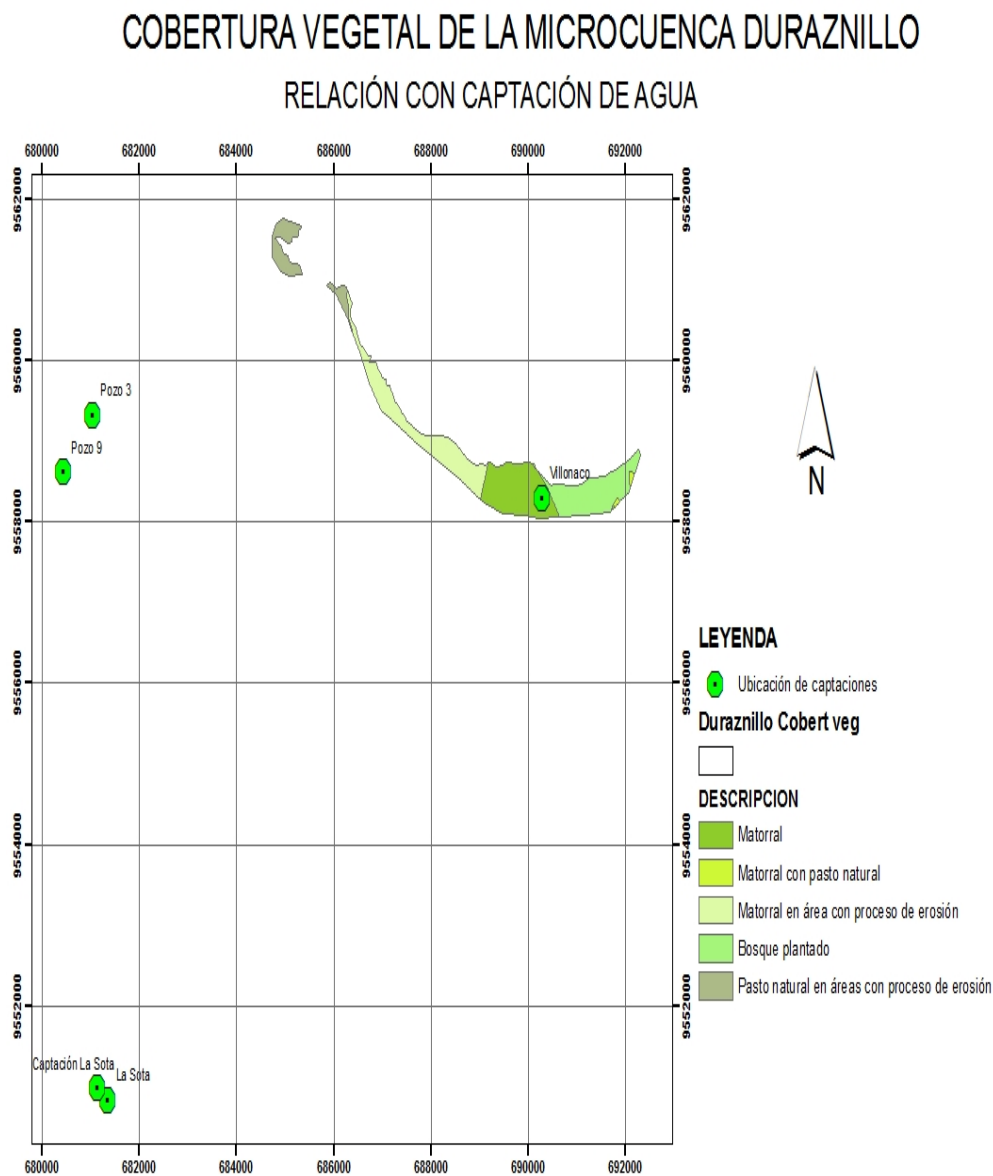
La microcuenca Duraznillo tiene una altura máxima de 2661,53 m s.n.m. y una cota mínima de 1399,33 m s.n.m. y una media de 631,1 m s.n.m.

Luego de obtener estos datos se calculó el coeficiente de masividad (0,035 Km²/Km) y el coeficiente orográfico (22,08 m) con lo que se supo que esta microcuenca tiene un relieve moderado.

- **Morfología de drenaje de la microcuenca**

Según la ley de Horton, la microcuenca Duraznillo es muy mal drenada debido a que su densidad de drenaje es cercana a cero. Existiendo riesgo ante crecidas e inundaciones, en el caso de que las precipitaciones se presenten de forma abundante.

Figura 12. Mapa de ubicación y de la cobertura vegetal de la microcuenca Duraznillo.



Elaborado por: B. Ludeña G. Proyección UTM Zona 17S

Fuente: IERSE-UDA Datum PSAD 56

Puntos con mediciones GPS Escala: 1:100 000

MICROCUEENCA QUEBRADA SECA

Cuadro 9. Análisis morfométrico de la microcuenca Quebrada Seca.

Parámetro	Unidad	Resultado	Interpretación
Morfología de la microcuenca			
Área	Km ²	135,50	Microcuenca mediana
Perímetro	Km	21,76	
Longitud Axial	Km	9,36	
Ancho promedio	Km	14,47	
Factor de forma	Km	1,54	Alargada ovalada
Fisiografía de la microcuenca			
Altura máxima	m s.n.m.	2098,3	
Altura mínima	m s.n.m.	1165,8	
Altura Media	m s.n.m.	466,2	
Coeficiente de masividad	Km ² /Km	0,034	
Coeficiente orográfico	m	15,85	Relieve poco accidentado
Morfología de drenaje de la microcuenca			
Densidad de drenaje	Km/Km ²	1,69	Mal drenada

Fuente: Autor (Datos en SIG proporcionados por NCI y UTPL)

- **Morfología de la microcuenca**

Esta microcuenca es clasificada como mediana debido a que tiene un área de 135,50 Km², un perímetro de 21,76 Km y una longitud axial de 9,36 Km.

Al relacionar el ancho promedio (14,47 Km) y la longitud axial de la microcuenca, se obtuvo que el factor de forma es 1,54 Km, con lo cual se puede observar que la forma de la microcuenca es alargada y ovalada. Por su forma, esta microcuenca es poco susceptible a crecidas e inundaciones, agregando el factor de precipitación mínima existente en el sitio.

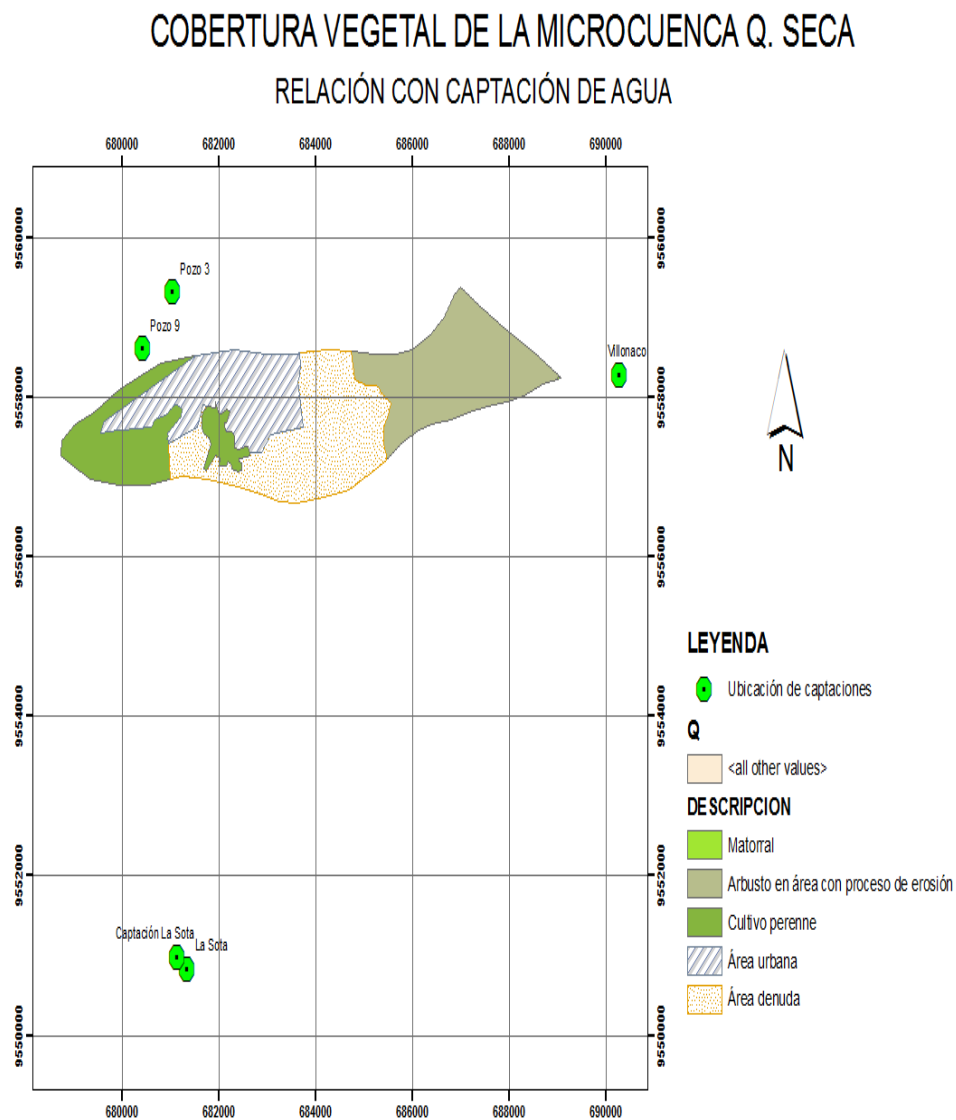
- **Fisiografía de la microcuenca**

En la microcuenca Quebrada Seca, las alturas varían de entre los 2098,3 m s.n.m. hasta los 1165,8 m s.n.m. obteniendo una media de 466,2 m s.n.m. Y al igual que en los anteriores casos las precipitaciones son mínimas y la cobertura vegetal de esta microcuenca pertenece al Bosque Seco Premontano.

- **Morfología de drenaje de la microcuenca**

La densidad de drenaje de esta microcuenca es de 1,69 Km/Km², por lo tanto nos encontramos en otro caso de drenaje deficiente.

Figura 13. Mapa de ubicación y de la cobertura vegetal de la microcuenca Q. Seca.



Elaborado por: B. Ludeña G. Proyección UTM Zona 17S

Fuente: IERSE-UDA Datum PSAD 56

Puntos con mediciones GPS Escala: 1:100 000

3.2.2 Fauna de Catamayo

La fauna de Catamayo es variada pero en constante degradación, las especies identificadas en el sitio de estudio fueron las siguientes:

Aves: Las aves que se registraron, en nuestros recorridos, fueron las que se muestran en el cuadro 10.

Cuadro 10. Aves de Catamayo.

Especie	Familia	Nombre común	Descripción
Leucopternis occidentales	Accipitridae	Gavilán dorsigris	Del orden Falconiformes; dentro de la Lista Roja del Ecuador está catalogado como “en peligro de extinción”. En el apéndice CITES está dentro de la categoría II. Confinado a Esmeraldas, Pichincha, El Oro, Manabí, Los Ríos y Loja. Y el noroeste del Perú. Habita en bosques secos deciduos y en bosques húmedos siempre verdes. (Granizo <i>et. al.</i> 2002)
Buteo polyosoma	Accipitridae	Gavilán variable	Del orden Falconiformes; Esta ave no se encuentra en peligro de extinción y tiene categoría II dentro de los apéndices CITES. (www.esacademic.com 2009). Conspícuo y localmente numerosos en campos abiertos y semidespejados desde desiertos

			litorales hasta la sierra. (Ridgely y Greenfield 2007)
Cathartes aura	Cathartidae	Gallinazo cabecirojo	Del orden <i>Ciconiiformes</i> . Es una especie no amenazada. Numeroso y extendido en las bajuras del oeste de los Andes y mucho menos común al este. Localista en áreas despejadas de la sierra. (Ridgely y Greenfield 2007)
Tyto alba	Tytinidae	Lechuza de campanario	Esta especie se encuentra dentro del orden <i>Strigiformes</i> . Tiene categoría II en el apéndice CITES. Extendida en terrenos abiertos y semidespejados, más numerosa en las bajuras del oeste de los Andes, pero también localmente en la sierra. Escasa en el este de los Andes. (Ridgely y Greenfield 2007)
Turdus fuscater	Turdidae	Mirlo	Es una especie de ave Passeriforme sudamericana. Común y conspicuo en alturas más húmedas y de valle central a inicios de páramo. Es un ave grande y no se encuentra en peligro de extinción (Ridgely y Greenfield 2007)
Columba fasciata	Columbidae	Paloma collajera	Se encuentra dentro del orden de los Columbiformes. Es natural de las Américas. Numerosa y a menudo conspicua en bosque y arboleda subtropicales y templados (Ridgely y Greenfield 2007)
Furnario	Furnariidae	Chilalo u	Ave del orden Passeriformes; típica

cinnamomeus		hornero del pacífico	de los bosques secos ecuatoriales del Perú y Ecuador. Común y conspicuo en oeste de los Andes. (Ridgely y Greenfield 2007)
Crotophaga sulcirostris	Cuculidae	Garrapatero	Ampliamente distribuida en casi todo el continente. Especie ubicada dentro del orden <i>Cuculiformes</i> . Bajuras más áridas del oeste de los Andes, al sur también dispersándose ampliamente en la sierra. (Ridgely y Greenfield 2007)
Cyanocorax mystacalis	Corvidae	Urraca coliblanca	La especie tiene distribución restringida (endémica) al sudoeste del Ecuador en las provincias de Guayas, El Oro y oeste de Loja- y el noroeste de Perú. Se encuentra en matorral y arboledo deciduos del sur oeste de los Andes. Con vistoso diseño azul y blanco. (Ridgely y Greenfield 2007)
Cacicus cela	Icteridae	Chiroca o cacique lomiamarillo	Habita principalmente en tierras bajas. Común al este de los Andes ecuatorianos, especialmente en los bordes de bosques y cerca de fuentes de agua; especie localista al oeste de los Andes ecuatorianos en situaciones tanto húmedas como deciduas. (Ridgely y Greenfield 2007)

Elaboración: Autor

Réptiles: En el cuadro que se muestra a continuación podemos observar algunas de las especies de réptiles, que se encuentran en el cantón Catamayo.

Cuadro 11. Reptiles de Catamayo

Especie	Familia	Nombre común	Descripción
Micrurus tschudii	Elapiidae	Coralillo	No se tiene información sobre las poblaciones de esta especie ni el estado de conservación de las mismas. Se trata de una serpiente pequeña que mide entre 45 y 55cm. Pudiendo llegar hasta 88cm. Presenta una coloración dorsal conformada por anillos de tres colores: negro, rojo y amarillo (o blanco). Especie diurna de hábitos terrestres aunque se han observado varios individuos trepando en arbustos y árboles. Habita en las tierras semiáridas de las costas del Pacífico al sur de Ecuador desde el norte del valle de Catamayo hacia el sur en Perú y probablemente el noroeste de Bolivia. (http://www.redtox.org 2007).
Bothrops asper	Viperidae	Equis	Del orden <i>Squamata</i>, es una especie de serpiente crotalina venenosa que se encuentra en América Central y norte de Sudamérica. Sumamente

			venenoso, el color del cuerpo es una mezcla de café rojizo, con líneas blanco amarillenta que se cruzan en forma de equis. Habita en bosques tropicales, en humedales, áreas abiertas y Pastizales. (http:// http://www.redtox.org 2007).
Clelia clelia	Columbridae	Colambo o chonta	Apéndice II del CITES y no esta en peligro dentro de la Lista Roja del Ecuador. Es larga, gruesa y los colores son diferentes de los adultos y jóvenes. Especie terrestre que habita el bosque primario, secundario, los bordes de bosque y ocasionalmente las áreas abiertas de muchos tipos de zonas de vida desde el tropical seco hasta el tropical muy húmedo. Se distribuye desde México hasta el norte de Argentina. (http://darnis.inbio.ac.cr 2000)

Elaboración: Autor

Mamíferos: Las especies de mamíferos como dantas, tigrillos y venados están desapareciendo. En la provincia de Loja, se caza, se pesca y se cultiva con venenos. Cuando se inició la lucha prohibiendo el uso del DDT, las aldrinas y los fosforados como el paration, ya los daños eran enormes. En zonas agrícolas como Malacatos, La Toma, está totalmente dañado el bioma, por tratamientos indiscriminados con pesticidas.

Cuadro 12. Mamíferos de Catamayo

Especie	Familia	Nombre común	Descripción
<i>Pseudalopex sechura</i>	Canidae	Zorro	Del orden <i>Carnivora</i> . Es una especie del género <i>Pseudalopex</i> y es el más pequeño de los zorros sudamericanos. Se restringe a los bosques secos y costas áridas del suroccidente del Ecuador y noroccidente del Perú. Se desconoce el estado de sus poblaciones, abundancia y distribución actual. (Tirira 2001).
<i>Didelphis marsupialis</i>	Didelphidae	Guanchaca	Del orden Didelphimorphia, con hábitos alimenticios de tipo omnívoro son propios de la parte norte de América del sur y de América Central. Habitan en bosques primarios, secundarios, plantaciones de café y zonas suburbanas. Son omnívoros, que forrajea en las noches y consumen todo tipo de material comestible que encuentran. Su distribución es de México hasta Perú, Bolivia y Brasil. (http://darnis.inbio.ac.cr 1999)
<i>Conepatus chinga</i>	Mefitinos	Añango	Es la especie con el mayor rango de distribución en el Neotrópico; siendo posible encontrarlo en una amplia variedad de hábitats,

			desde el nivel del mar hasta las llanuras altiplánicas de la Cordillera de los Andes. Habita en terrenos con montículos, árboles, matorrales y especialmente de tierra suelta, zonas de sabana, cordillera, altiplano y estepa. (http://www.scielo.org.pe 2009)
Sciurus granatensis	Sciuridae	Ardilla	Perteneciente al orden de los Rodentia. Tamaño pequeño. El dorso es de color café oscuro con una cola anaranjada brillante o salpicada con anaranjado. La coloración es variable. Se encuentra desde el norte de Costa Rica hasta Ecuador y el norte de Venezuela; Trinidad y Tobago. Se localiza desde las tierras bajas hasta los 3.200 m.s.n.m. (http://darnis.inbio.ac.cr 1999)
Mustela frenata	Mustelidae	Chucurillo	Del orden carnívora. En la Lista Roja de la UICN de 2008 se catalogó como especie bajo preocupación menor. El mustélido más ampliamente distribuido en América. Se caracteriza por su cola larga y peluda, de casi la mitad de longitud que el animal. Se encuentra en hábitats abiertos o semi-abiertos usualmente cerca

			de cuerpos de agua. Se distribuye desde el sudoeste de Canadá y la mayor parte de Estados Unidos hasta México, América Central y el noroeste de Suramérica. (http://darnis.inbio.ac.cr 1999)
--	--	--	--

Elaboración: Autor

Macroinvertebrados: Las especies más representativas de macroinvertebrados del cantón son: Gregarius sp. (Grillo), Apis mellifera (Abeja), Sabetes sp. (Zancudo), Vespa sp. (Avispa), Omocestus rufipes (Saltamontes), Kametra sp. (Mariposa), etc.

3.2.3 Flora de Catamayo:

A pesar de las condiciones ecológicas que presenta el cantón Catamayo se puede registrar algunas especies vegetales de mucha importancia que deben ser tomadas en cuenta para mejorar, en cantidad, su población.

En el cantón Catamayo, se presenta extensas zonas con poca o nula vegetación; pero en zonas como la del Villonaco y del Bosque Protector Santa Rita la vegetación se torna abundante. En el siguiente cuadro se muestra las especies identificadas en el cantón.

Cuadro 13. Vegetación de Catamayo

Especie	Familia	Nombre común	Descripción
Croton elegans	Euphorbiaceae	Mosquera	Planta medicinal silvestre. Matas y hierbas aunque también en los trópicos, árboles y arbustos; típicamente con látex. Hojas simples, alternas, estipuladas. Flores pequeñas, actinomorfas y unisexuales. (Cerón 2006).
Acacia macracantha	Mimosaceae	Faique	Árbol de 6 a 12 m de altura, fuste muy ramificado y forraje muy amplio e irregular, debido a la abundante producción de semilla, en áreas alteradas crece densamente formando rodales.

			En su hábitat natural florece en el periodo de noviembre a febrero. (http://www.bosquepuyango.ec 2007)
Caesalpinia galbrata		Charán	Árbol, arbusto o arbolito caducifolio de hasta 13 m de altura, fuste irregular o cilíndrico. Corteza externa color verde oscuro, lisa y con manchas cremas. Hojas bipinnadas y alternas, con estipulas, base obtusa. Fruto legumbre de color negro verduzco, aplanado y áspero, bastante grueso. Semillas de color verde oscuro. (http://www.bosquepuyango.ec 2007)
Ipomoeae carnea	Convolvulaceae	Borrachera	Arbusto de tallos rastreros erguidos que se arrastran en el suelo hasta más de 10 m y sobre la vegetación baja. Hojas en forma de punta de lanza de 1 o 3 puntas, pequeñas, de pecíolos largos. Flores de un tono morado, algo rosado. El número de flores y de semillas parece estar ligado a la humedad total de la estación lluviosa anual. En años secos las plantas son pequeñas y tienen pocas flores. En un año húmedo, la misma

			planta puede cubrir un área de decenas de metros cuadrados con miles de flores durante varios meses al mismo tiempo. (http://www.bosquepuyango.ec 2007)
Ceiba trichistandra	Bombacaceae	Ceibo	Árbol caducifolio de 20 a 40 m de alto y 1 a 2 m de diámetro, fuste abombado, color verde claro, ramas gruesas, cuando es juvenil presenta abundantes aguijones que se dispersan cuando va desarrollando. Hojas alternas palmadas (compuesto - digitadas) y grandes de 10 a 15 cm de largo por 10 cm de ancho; folíolos oblongo - lanceolados. (http://www.bosquepuyango.ec 2007)
Psidium guajava	Myrtaceae	Guayaba silvestre	Árbol de 6 a 9 m de alto, corteza lisa rojiza, hojas simples, flores blancas; el fruto de forma redonda, a veces de pera, es de color amarillo con carnosidad blanca o rosada y se considera un excelente alimento por el aporte significativo de vitamina C. (http://www.bosquepuyango.ec 2007)
Opuntia indica	Cactaceae	Tuna	Cactus en forma de matorral o arbóreo. Crecimiento rápido,

			hasta 4 metros. Existen numerosas variedades. Su multiplicación es a través de esquejes. (http://fichas.infojardin.com 2009)
Lantana camara	Verbenaceae	Supirrosa	Arbustos nativos de regiones tropicales son perennes y resistentes. Amplia distribución en Sudamérica. Se encuentra en terrenos cultivados, pastizales, orillas de parcelas y caminos. (http://www.conabio.gob.mx 2009).
Furcraea andina	Agavaceae	Penco	Planta fanerógama, monocotiledonea y de hábitos xerófilos. Tallo a veces presente. Nativa de los andes ecuatorianos, colombianos y venezolanos. (http://zipcodezoo.com 2009)
Baccharis latifolia	Asteraceae	Chilca	Se encuentra distribuida desde Venezuela hasta el norte de Argentina entre los 1000 y 4000 m s.n.m. Arbusto de raíz fibrosa con tallo flexible y cilíndrico. Con usos medicinales y artesanales. (Naranjo 2008).
Saccharum officinarum	Poaceae	Caña de azucar	Originaria del sureste asiático. Tallo macizo de 2 a 5 m de altura y de 5 a 6 cm de diámetro. El sistema radicular lo compone un robusto rizoma

			subterráneo; puede propagarse por estos rizomas y por trozos de tallo. La caña de azúcar común se cultiva a partir de esquejes desde la antigüedad; algunas variedades no producen semillas fértiles. (http://www.fichas.infojardin.com 2009)
Tabebuia chrysantha	Bignonaceae	Guayacán	Especie de crecimiento lento, forma fustes rectos, muy cortos y de sistema radicular amplio Árbol de 15 a 30 m de altura y de 20 a 40 cm de diámetro. Hojas palmadas y compuestas. Flores llamativas de color amarillo que alcanzan 5 cm de largo. (http://www.bosquepuyango.ec 2007)
Ficus subandina	Moraceae	Higuerón	Es una planta endémica del Ecuador y otros países de Sudamérica. Árboles o arbustos, con savia lechosa, a menudo epífitos. Además es considerada como medicinal. (http://www.efloras.org 2002)
Ficus jacobii	Moraceae	Matapalo	Árbol caducifolio que crece solo o sobre otros árboles (parásito), alcanza hasta 15 m de altura. Su corteza de color pardo claro a plumizo. Fruto compuesto por

			numerosos y pequeños aquenios agrupados sobre la superficie interna del receptáculo carnoso. Presenta látex lechoso. (http://www.bosquepuyango.ec 2007)
Pithecellobium excelsum	Mimosaceae	Chaquiro	Arbusto o árbol pequeño de bosque seco de 4 a 5 metros de alto. Con pequeñas espinas en las ramas y pequeñas hojas de color verde. Flores pequeñas de color amarillo, con 1 o 2 cabezuelas. Semillas de color negro en vainas. (http://www.bosquepuyango.ec 2007)
Schinus molle	Anacardiaceae	Molle	Árbol muy resistente a las sequías. Con aroma, con grietas y con resina. Crece de forma natural en América del Sur, desde el sur de México hasta el norte de Chile. Perennifolio y de rápido crecimiento. Esta especie se recomienda para el control de la erosión. Es interesante a la hora de fijar dunas y taludes. (http://fichas.infojardin.com 2009)
Sapindus saponaria	Sapindaceae	Jorupe	Árbol de entre 15 y 20 m de alto, y de 45 a 50 cm de diámetro, de copa redonda a

			ovalada. Su madera es de color amarillo, dura, de olor y sabor ausentes o no distintivos y de brillo medio. (http://www.bosquepuyango.ec 2007)
--	--	--	--

Elaboración: Autor

3.2.4 Caracterización y Georeferenciación de las fuentes de agua.

Sistema La Sota: ubicada en la zona de drenajes menores, pero tiene abastecimiento directo de agua mediante afluentes que se unen para formar el río Catamayo de donde, mediante la fuerza del caudal y del bombeo, se distribuye el agua a las comunidades. Estos afluentes nacen de las microcuencas San Agustín, El Huayco e Indiucho.

En conjunto con el sistema de Pozos profundos, necesita de energía eléctrica para su operación, su costo de energía es aproximadamente de USD\$ 17.000 mensuales, por lo que el municipio subsidia los gastos de operación y mantenimiento.

Como se dijo anteriormente, la fuente es el río Catamayo, su conducción consta de una línea de impulsión en tramo inicial y conducción a gravedad y presión con tubería PVC P y Fundición dúctil de 300 mm, conduciendo aproximadamente desde 25 l/s y 50 litros/s durante 12-14 horas diarias de bombeo, hasta la planta de tratamiento tipo convencional (floculador, sedimentador, filtros rápidos y unidad de desinfección). De aquí se distribuye agua tratada a los barrios La Vega, parroquia Urbana san José, barrio Buena Esperanza y abastecimiento a las reservas de la cruz que abastecen al centro y norte de la ciudad. Las coordenadas geográficas en la

captación de agua de la Sota son: 17 S 68 11 28 E; 9 550 986 N; y de altura 1 183 m s.n.m.

Sistema Villonaco: se encuentra ubicado en la microcuenca Q. Duraznillo y con aporte de la microcuenca Indiucho es una captación pequeña y aporta un caudal mínimo (259 m³ / día) pero podría ser mayor con el uso correcto del suelo y la recuperación de la microcuenca.

La fuente es vertiente que es conducida con tubería flex de 2” en una longitud de 14.0 Km a gravedad, y 5.0 Km en redes de distribución, abastece a la parte alta con una caudal de 5.0 l/s.

Este sistema se encuentra ubicado a 17 S 69 02 82 E; 9 558 298 N; con 2 300 m s.n.m. de altitud.

Por la presencia de ganado en los alrededores de la captación, el agua de este sistema se presenta con turbidez y con presencia de coliformes.

Aguas arriba del sistema agua del Villonaco hay la presencia de un bosque protector de la cuenca hidrográfica San Francisco, San Ramón, Sabanilla y Zamora Huayco; por lo cual, en este lugar, por sus características y por la voluntad de sus propietarios se debe realizar actividades para garantizar la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ecológicos.

Pozos profundos: ubicados en la microcuenca en la zona de Drenajes Menores con coordenadas: El pozo 3 tiene 17 S 68 10 41 E; 9 559 332 N y ha una altura de 1 236 m s.n.m.; y el pozo 9 se encuentra ha 17 S 68 04 30 E; 9 558 623 N y 1 220 m s.n.m. de altura.

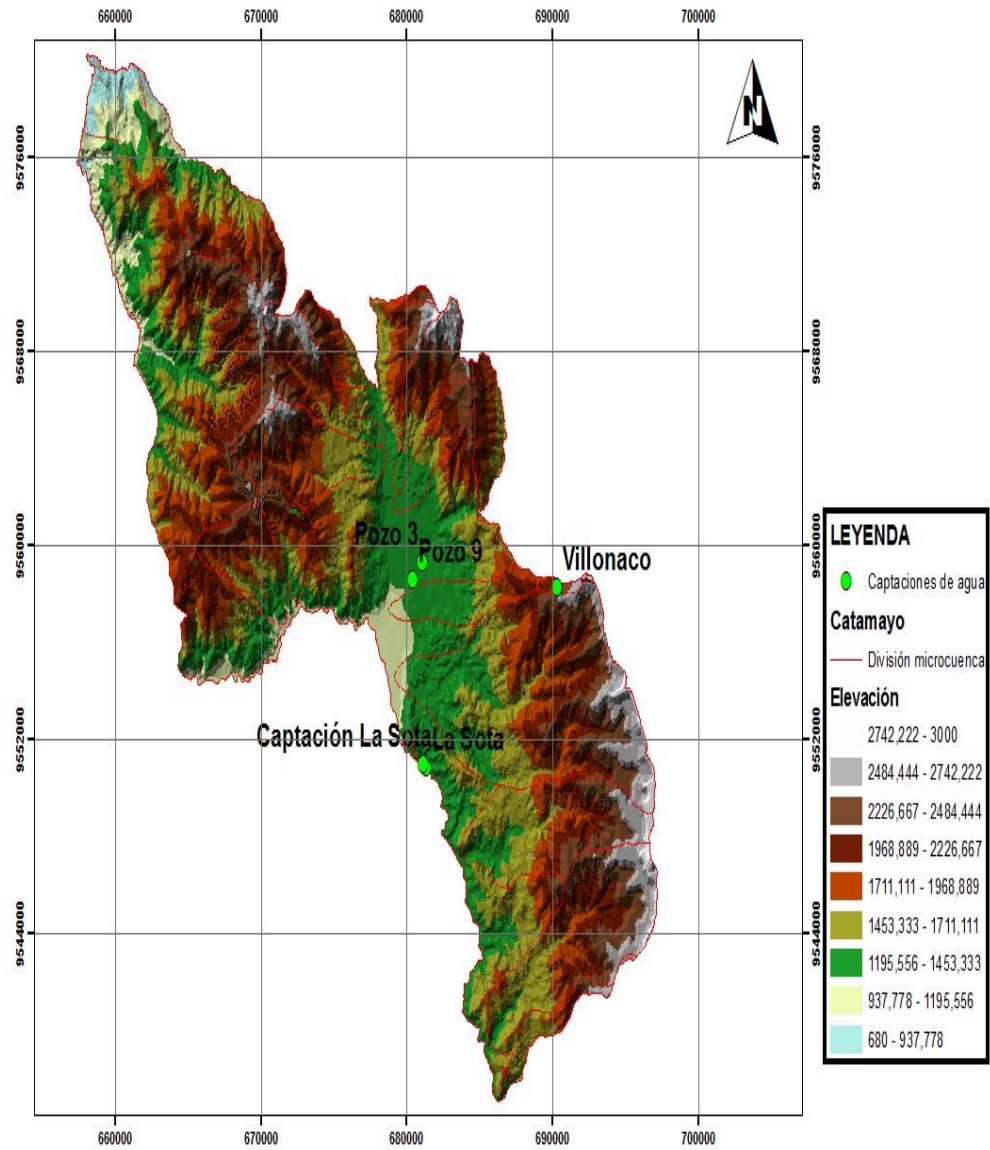
Las fuentes son acuíferos ubicados en la parte noroccidental de la ciudad con un caudal de aporte de 25 litros/segundo dando 10.5 l/s el pozo N°. 3 y de 15 l/s el pozo N° 9, su línea de impulsión es tubería de asbesto cemento hasta las reservas de la cruz de 800 y 500 m³ de capacidad; aquí se realiza la desinfección del agua proveniente de los pozos profundos en forma manual.

El agua extraída de los pozos profundos presenta dureza por la presencia de sales minerales provenientes del subsuelo.

Georeferenciación de las fuentes de agua para la ciudad de Catamayo: En el siguiente mapa se puede observar la ubicación exacta de las fuentes de agua y las captaciones para los sistemas de agua.

Figura 14. Georeferenciación y ubicación de las captaciones de agua de la ciudad de Catamayo.

UBICACION DE LAS CAPTACIONES DE AGUA DE LA CIUDAD DE CATAMAYO



Elaborado por: B. Ludeña G.	Proyección UTM Zona 17S
Fuente: IERSE-UDA	Datum PSAD 56
Puntos con mediciones GPS	Escala: 1:100 000

3.2.5 Oferta Hídrica Total

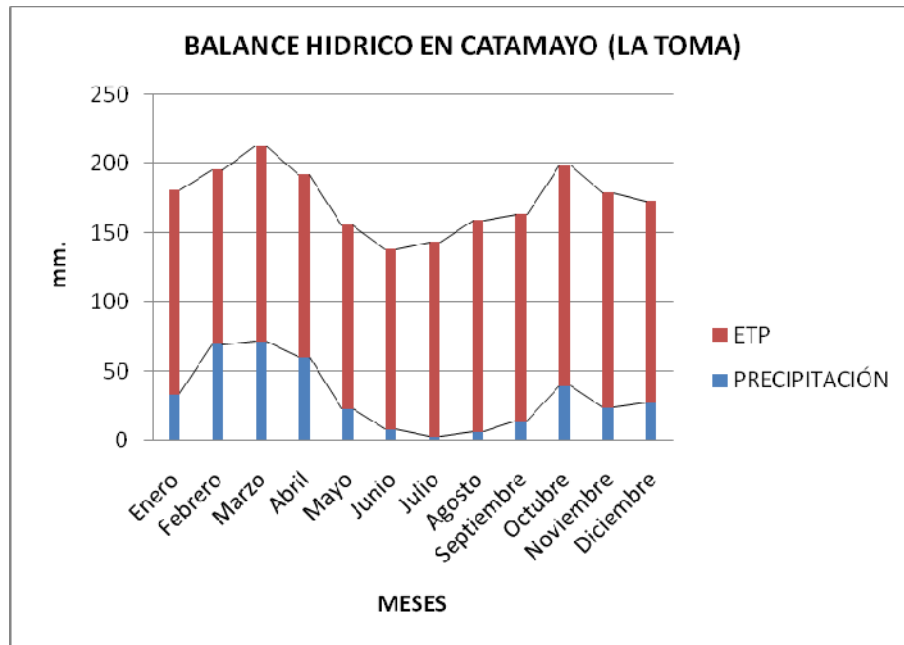
En el cantón de Catamayo existe una evidente escases de agua lluvia, siendo esto característico de las zonas más secas de la provincia de Loja.

En el cuadro y en la figura 15, observamos que a lo largo del año, la precipitación (en mm) recibida por el suelo de Catamayo es mínima y la evapotranspiración es mayor que la precipitación. En los meses de febrero hasta abril se presentan las lluvias.

Cuadro 14. Oferta Total Hídrica para Catamayo.

Meses	Precipitación	ETP
Enero	33,4	147
Febrero	69,4	126
Marzo	71,6	141
Abril	60,2	132
Mayo	23	132
Junio	8,1	130
Julio	2,5	141
Agosto	6,2	153
Septiembre	13,5	150
Octubre	39,4	159
Noviembre	23,5	155
Diciembre	27	146

Fuente: Autor (Basado en: Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Loja. INERHI-PREDESUR-CONADE. 2000. [en línea]
<<http://www.oas.org/usde/publications/Unit/oea02s/ch11.htm> (2 of 2)>)

Figura 15. Balance Hídrico en Catamayo.

Fuente: Autor (Basado en: Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Loja. INERHI-PREDESUR-CONADE. 2000. [en línea]
<http://www.oas.org/usde/publications/Unit/oea02s/ch11.htm> (2 of 2))

Entonces la oferta total hídrica para la ciudad de Catamayo es:

$$OT = P \times A$$

$$OT = 31,48 \times 2294,18$$

$$OT = 72220,79 \text{ m}^3/\text{año}$$

Pero como no toda el agua es aprovechada sino que cierta parte regresa a la atmósfera en forma de evapotranspiración; es necesario aplicar la siguiente fórmula:

$$OT_{ZIH} = PA_{ZIH}$$

$$OT_{ZIH} = 31,48 \times 797,04$$

$$OT_{ZIH} = 25090,82 \text{ m}^3/\text{año}$$

3.2.6 Oferta y Demanda Hídrica social en la ciudad de Catamayo

Oferta hídrica real.- Las fuentes hídricas para que se pueda ofertar el servicio en la ciudad de Catamayo son: El río Catamayo, vertientes del Villonaco y aguas subterráneas (Pozos). En el siguiente cuadro se detallan las cantidades de la oferta hídrica real de las microcuencas.

Cuadro 15. Oferta real hídrica de las microcuencas abastecedoras al sistema de agua de la ciudad de Catamayo.

Captación	Caudales (l/s)	Volumen diario (m ³)	Oferta anual	
			m ³ /año	%
Villonaco	3,0	259,0	94535,0	5,4
La Sota	37,5	2160,0	788400,0	45,1
Pozos Profundos	0,0	2376,0	867240,0	49,5
TOTALES	40,5	4795,0	1750175,0	100

Fuente: Autor (Archivos de DEMAPAL)

La oferta de agua para el consumo en Catamayo es de 1750175 m³ por año, siendo el de mayor caudal el río Catamayo aportando con el 45,1 % del recurso. Los pozos

profundos aportan con el 49,5 % del total del agua ofertada, en este caso se realiza extracción a través de bombeo; este procedimiento es necesario para la dotación de otros sectores. Y las vertientes del cerro Villonaco aportan en mínima cantidad pero la calidad del agua es mucho mejor que las otras fuentes. El sistema de agua de Catamayo posee además de reservas con capacidad de 4100 m³.

Demanda social hídrica.- es la cantidad de agua consumida por parte de los habitantes de Catamayo ya sea para consumo doméstico o industrial. Tomando como referencia los registros del municipio se obtuvo que el número total de usuarios del servicio es de 4329, con medidores y distribuidos en categorías.

La demanda hídrica total, de la población de Catamayo es de 2008843,2 m³/año, la mayoría con una tarifa doméstica básica.

El sistema de agua abastece a un total de 19905 habitantes es decir casi a la totalidad de su población. Abasteciendo del recurso al área urbana, atendiendo también a una parroquia que se encuentran fuera de la cabecera cantonal como El Tambo.

También debemos considerar el agua que se pierde y que no es facturada correctamente (2% del total de usuarios); esto debido a la presencia de fugas en ciertos lugares, a conexiones que no tienen medidor o con medidores dañados.

Estos datos son detallados en el cuadro que se muestra a continuación:

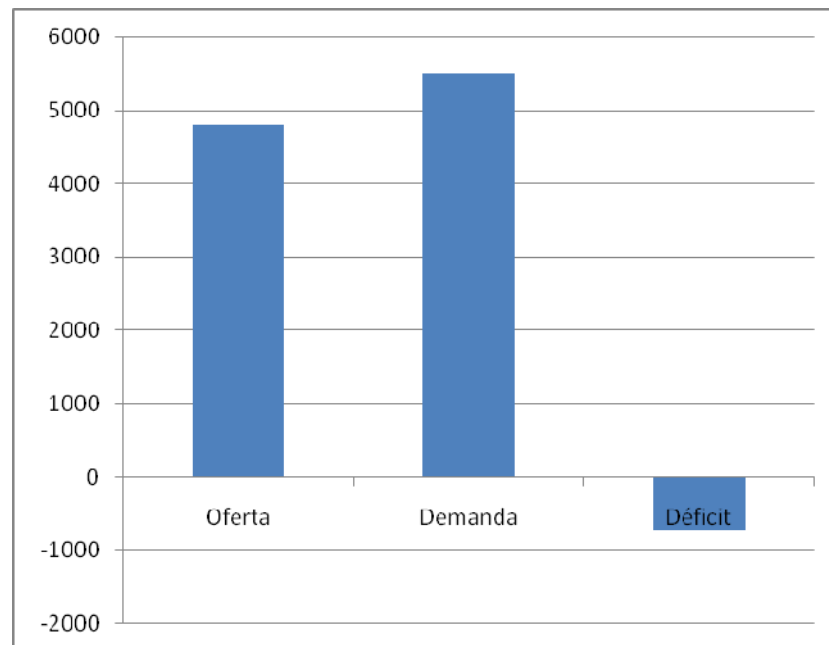
Cuadro 16. Demanda social hídrica en la ciudad de Catamayo.

Sectores beneficiados.	Número de usuarios.	Consumo Promedio anual (m ³ /año)
Centro y parte baja de la ciudad	2862	1328091,8
Parte alta de la ciudad.	1467	680751,4
TOTAL	4329	2008843,2

Fuente: Autor (Archivos de DEMAPAL)

Cantidad de agua por habitante

Se realizó una comparación entre la oferta y demanda hídrica con sus respectivos volúmenes diarios. Cada habitante tiene una disponibilidad de oferta de 4795 m³/hab/día; y de demanda facturada por consumo de 5503,68 m³/hab/día. Entonces se puede denotar que se genera un faltante del recurso esto explica que la dotación de agua para la ciudad sea por horarios; el promedio de dotación de agua es de 8 horas por día.

Figura 16. Cantidad de agua potable disponible en la ciudad de Catamayo

Fuente: Autor (Archivos de DEMAPAL)

Se debe tener en cuenta el agua que no es facturada y por lo tanto no contabilizada que también es otro factor para que exista dicho déficit en la disponibilidad de agua.

La demanda facturada por el recurso es mayor que el agua que se oferta a la población, produciéndose un déficit de 708 m³/hab/día, lo cual indica los problemas ambientales y económicos y por consecuencia operacionales dentro del sistema de agua.

3.3 Análisis del servicio ambiental

Fue necesario diagnosticar el servicio ambiental hidrológico en las microcuencas para conocer como es utilizado el suelo, la cobertura vegetal de estos sectores, la oferta y demanda hídrica y las zonas que tienen importancia hidrológica.

3.3.1 Cubierta vegetal y uso actual del suelo

Con la ayuda de los mapas obtenidos a través de ARC GIS 9,2 y de los recorridos de campo realizados en las microcuencas, se realizó un análisis de la cobertura vegetal y del uso que la población le da al suelo; en el siguiente cuadro se muestra detalladamente la realidad vegetal de las microcuencas abastecedoras de agua para la ciudad de Catamayo:

Cuadro 17. Cobertura vegetal y uso actual del suelo en las microcuencas abastecedoras de agua para la ciudad de Catamayo.

#	Tipo de cobertura vegetal y uso actual del suelo	Microcuenca Indiucho		Microcuenca Q. Duraznillo		Microcuenca El Huaycu		Microcuenca Q. San Agustín		Microcuenca Q. Seca	
		Área	%	Área	%	Área	%	Área	%	Área	%
1	Matorral con pasto natural	4611,4	15,47			765,52	19,82	1434,3	30,00		
2	Pastizales completos de plantas vivaces					999,74	25,87	2074,3	43,38		
3	Pastizales con procesos de erosión	10064	33,77			940,19	24,34	827,36	17,31		
4	Pasto natural en área erosionada	720,84	2,42	4578,9	42,82	373,11	9,66				
6	Pasto natural con matorral	16,06	0,05								

7	Cultivo anual	2795,4	9,38			784,74	20,31	444,88	9,31		
8	Área desnuda	2461,2	8,26							425,90	31,89
9	Matorral en área con proceso de erosión	4082,8	13,69	2082,8	38,18					390,14	29,21
10	Cultivos perennes	2898,7	9,73							236,65	17,72
11	Matorral (arbusto)	1360,7	4,57	137,67	12,75						
12	Bosque plantado	669,38	2,25	69,38	6,25						
13	Bosque plantado con arbusto	121,37	0,41								
15	Área urbana									282,86	21,18
	TOTAL	29802	100,00	6868,7	100,00	3863,30	100,00	4780,8	100,00	1335,6	100,00

Fuente: Autor (Datos en SIG proporcionados por NCI y UTPL)

Cuadro 18. Sumatoria del área (ha) de las microcuencas. Índice de protección hidrológica e importancia para la provisión del servicio ambiental hidrológico.

#	Tipo de cobertura vegetal y uso actual del suelo	Total (Sumatoria de área de microcuencas)		Índice de importancia hidrológica	Aptitud de la vegetación para provisión de SAH	Importancia para proveer el SAH
		Área	%			
1	Matorral con pasto natural	6811,19	14,60	0,80	Conservación/Recuperación	Alta
2	Pastizales completos de plantas vivaces	3074,08	6,59	0,50	Protección/Recuperación	Moderada
3	Pastizales con procesos de erosión	11832,04	25,36	0,40	Recuperación	Baja

4	Pasto natural en área erosionada	5672,82	12,16	0,45	Recuperación	Baja
6	Pasto natural con matorral	16,06	0,03	0,50	Protección/Recuperación	Moderada
7	Cultivo anual	4025,05	8,63	0,30	Recuperación	Baja
8	Área desnuda	2887,14	6,19	0,00	Regeneración/Concienciación	Muy baja/nula
9	Matorral en área con proceso de erosión	6555,74	14,05	0,50	Protección/Recuperación	Moderada
10	Cultivos perennes	3135,34	6,72	0,50	Protección/Recuperación	Moderada
11	Matorral (arbusto)	1498,34	3,21	0,80	Conservación/Recuperación	Alta
12	Bosque plantado	738,76	1,58	0,70	Conservación/Recuperación	Alta
13	Bosque plantado con arbusto	121,37	0,26	0,70	Conservación/Recuperación	Alta
15	Área urbana	282,86	0,62	0,00	Regeneración/Concienciación	Muy baja/nula
	TOTAL	46650,79	100,00	0,60	Protección/Recuperación	Moderada

Fuente: Autor

Los datos obtenidos en el cuadro anterior son utilizados para categorizar a la vegetación que se encuentra en las microcuencas en estudio y de esta manera saber que decisión tomar en cuanto a su protección o recuperación.

3.3.2 Índice de importancia hidrológica

En las microcuencas estudiadas, el IPH de la vegetación se encuentra fluctuando entre valores de 0,00 como mínimo y un máximo de 0,80. Esto significa que en las

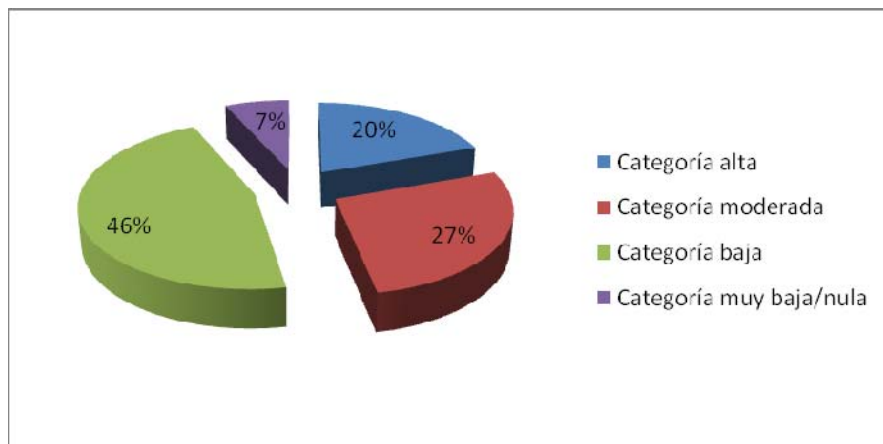
microcuencas se puede encontrar diferente nivel de importancia en lo que corresponde a la regulación almacenamiento y transportación del agua.

Al realizar un promedio ponderado del IPH de las microcuencas aportantes, se obtuvo un valor de 0,60; lo que indica que estas no se encuentran en tan buenas condiciones pero si aptas para dotar el servicio ambiental hidrológico con previa recuperación de la vegetación.

3.3.3 Aptitud de la vegetación para proveer el servicio ambiental

Se han determinado categorías para una mayor comprensión de la importancia de la vegetación para proveer el servicio ambiental en las microcuencas. Para esta categorización se utilizaron los porcentajes de las áreas con mayor o menor importancia según el uso que los pobladores le dan al suelo.

Figura 17. Área de las categorías de importancia de la vegetación para proveer de servicio ambiental hidrológico.



Fuente: Autor.

Según la importancia de la vegetación para proveer el servicio ambiental hidrológico, se determinaron cuatro categorías (teniendo en cuenta que existe una categoría de mayor importancia ecológica e hídrica, que es la conformada por bosque natural y páramo arbustivo, pero que lamentablemente en las microcuencas estudiadas no está presente).

La categoría alta ocupa el 20% del área de las microcuencas lo que corresponde a 9169 ha. Y está conformada por área cubierta únicamente de matorral, bosque plantado y bosque plantado con arbusto.

- El matorral: posee una estructura y composición más compleja en relación a la vegetación de otras categorías, por ello pueden generar el servicio ambiental hidrológico con una eficacia del 80 %, valor que obedece a la carencia del componente arbóreo y de las epífitas. Rojas (2004). El matorral de la zona de estudio, por sus características, ayudan a prevenir la erosión del suelo además regulan el régimen hídrico de las microcuencas lo que ayuda a mantener la oferta hídrica para el sector; dan cobertura y alimento a la fauna silvestre y son fuente de productos como plantas medicinales.
- La plantación de bosque: se encuentra en la microcuenca Indiucho y en la microcuenca de la quebrada Duraznillo.

La categoría moderada o media, se encuentra cubriendo el 27 % de la superficie de las microcuencas ocupando el segundo lugar de importancia hídrica por lo tanto debe estar protegida y encaminado a su recuperación.

Esta categoría tiene una extensión de 12781,22 ha. y se encuentra conformada por pastizales completos de plantas vivaces, pasto natural con matorral, matorral en área con proceso de erosión y cultivos perennes

- Los pastizales completos de plantas vivaces: cubren el 6,59 % del total de las microcuencas abastecedoras de agua y con un índice de importancia hídrica del 0,50. A las plantas vivaces se las denomina también perennes (planta que vive durante mas de dos años). Estas plantas en condiciones de cultivo pobres, son mejores competidoras que las anuales por su sistema radicular capaz de absorber agua y nutrientes con mayor facilidad; por lo tanto detienen la esorrentía superficial.
- El pasto con matorral ocupa la categoría media por ser importante para combatir la erosión del suelo y al presentarse parches de vegetación de tipo matorral ayudan, por su sistema radicular, a la retención de agua lluvia y a la regulación hídrica. En comparación con los otros tipos de vegetación, el pasto natural con matorral, cubre una parte diminuta del área de las microcuencas aportantes (16,06 ha. lo que corresponde al 0,03 % de área total).
- El matorral en área con procesos de erosión ocupa el 14,05 % del de las microcuencas que dotan de agua a Catamayo; en el sector existe degradación arbustiva por el maltrato del medio ambiente y por el constante cambio climático. Se ubica en la categoría moderada debido a la importancia de presentarse matorral en la zona, por lo cual, la vegetación debe protegerse y recuperarse inmediatamente.
- Los cultivos perennes cubren 3135,34 ha. o el 6,72 % del total de área de las microcuencas. Se encuentran ubicados en la categoría moderada por su importancia tanto económica como ambiental. Económica por representar un medio de ingresos para los cultivadores (árboles frutales, cultivo de cacao, café, aguacate, guayaba, limón, naranja, etc.). y ambiental por las características fisiológicas de estas plantas.

La categoría baja está conformada por pastizales en zonas con proceso de erosión, pasto natural en área erosionada y cultivos anuales. Y cubriendo un 46 % de la superficie de las microcuencas abastecedoras además por su extensión ocupa el

primer lugar de importancia, este dato es preocupante porque casi la mitad de toda el área es de baja importancia para proveer el servicio ambiental hidrológico; por tal motivo se debe tomar conciencia de la realidad medio ambiental del cantón y de la degradación elevada de los recursos, especialmente del hídrico.

Esta categoría está conformada por la zona de cultivos de caña, que en el cantón es el predominante y por pastizales con IPH desde 0,20 a 0,40 lo que significa que tienen una eficacia en regular los flujos de agua del 21 y 39 %.

La categoría nula, corresponde a la cabecera cantonal de Catamayo en la parte media y baja de la microcuenca Quebrada Seca que por ser urbana carece de vegetación. También existe un área desnuda ubicada en la misma microcuenca, con suelos muy erosionados.

Se encuentra en 3170 ha (282,86 ha. del área urbana y 2887,14 ha. del área desnuda) lo que corresponde al 7 % de la superficie total de las microcuencas. Su IPH es cero debido a que en estas zonas no se cumple la función ambiental de regular los flujos hidrológicos.

3.3.4 Área proveedora del SAH

Es el área que comprende al bosque natural, páramo arbustivo, plantación forestal y matorral; categorizadas dentro de la vegetación de alta y muy alta importancia para la provisión del servicio ambiental hidrológico.

Como se mencionó anteriormente en este caso no hay categoría de muy alta importancia, entonces el área de interés para proveer el servicio hidrológico ocupa el 20 % del área total de las microcuencas, lo que corresponde a 9169,66 ha.

Se encuentra distribuida en las microcuencas Indiucho con 6762,85 ha, El Huaycu con 765,52 ha, San Agustín (1434,3 ha.) y Duraznillo (207,05 ha.). La microcuenca con mayor área de interés para la provisión del servicio ambiental es Indiucho relativo a su tamaño, debido a que es la más grande de las microcuencas mencionadas anteriormente.

3.3.5 Zona de importancia hídrica (ZIH)

Es la zona donde existe recarga de las fuentes y corrientes de agua que aportan y abastecen a la ciudad de Catamayo. Lo que corresponde al páramo arbustivo, matorral y a la zona de bosque natural y plantado, tiene mayor importancia hídrica debido a que los árboles y arbustos atrapan e interceptan más cantidad de agua favoreciendo a la infiltración, retención y adsorción conjuntamente con sus raíces y sus hojas.

Cuadro 19. Zona de importancia hidrológica en las microcuencas aportantes de servicio ambiental hidrológico.

Microcuenca	Matorral	Bosque	Total	% del total superficie de la microcuenca
San Agustín	136,23 Km ²	-	136,23 Km ²	28,57
El Huaycu	56,40 Km ²	-	56,40 Km ²	14,60
Indiucho	316,87 Km ²	17,66 Km ²	334,58 Km ²	33,86
Duraznillo	162,80 Km ²	67,00 Km ²	229,80 Km ²	74,64
Q. Seca	40,03 Km ²	-	40,03 Km ²	29,54
TOTAL	616,53 Km²	180,46 Km²	797,04 Km²	

Fuente: Autor (Datos en SIG proporcionados por NCI y UTPL)

En la microcuenca San Agustín, la zona de importancia hídrica está compuesta por matorral ocupando 136,23 Km² correspondiente al 28,57% de la superficie total de la microcuenca.

La microcuenca El Huaycu tiene 56,40 Km² de matorral, zona boscosa no existe en esta microcuenca. El 14,60 % de la microcuenca esta conformada por zona de importancia hidrológica.

La zona de matorral en la microcuenca Indiucho tiene una superficie de 316,87Km² y 17,66 Km² de zona de bosque con un total de 334,58 Km² de zona de importancia hídrica, lo que corresponde a 33,86% del total de la microcuenca.

En la microcuenca Duraznillo existe abundante zona de importancia hídrica debido a que la parte del matorral ocupa 162,80 Km² y de bosque 67,00 Km² obteniendo un total de 229,8 Km² (74,64%) del total de la superficie de la microcuenca.

En la microcuenca Quebrada Seca el matorral ocupa 40,03 Km² que es el 29,54% del total de la microcuenca.

3.3.6 Zona de importancia para recuperación (ZIR)

Las zonas que tienen de muy baja hasta media importancia (pastizales, complejos, áreas quemadas, y suelos desnudos) que necesitan ser tomadas en cuenta para su recuperación, se muestran a continuación, con la respectiva medida del área que deberá ser destinada a la recuperación del posible potencial hidrológico de las microcuencas.

Cuadro 20. Zonas en las microcuencas con importancia para ser recuperadas.

Microcuenca	Zona de importancia para la recuperación de la microcuenca
San Agustín	340,64 Km ²
El Huaycu	329,64 Km ²
Indiucho	653,37 Km ²
Duraznillo	78,02 Km ²
Q. Seca	95,47 Km ²
TOTAL	1497,14 Km²

Fuente: Autor (Datos en SIG proporcionados por NCI y UTPL)

La microcuenca San Agustín tiene zona de cultivos y pastizales (340,64 Km²) al igual que la microcuenca El Huaycu (329,64 Km²).

En la microcuenca Indiucho, el suelo se utiliza en cultivos, pastizales y otros usos, por lo tanto la zona de importancia para la recuperación de la microcuenca es de 653,37 Km².

Los pastizales en la microcuenca Duraznillo ocupan 78,02 Km² y en la microcuenca Quebrada Seca los cultivos tienen 95,47 Km² de la microcuenca.

La zona de importancia hidrológica para recuperar la actitud hídrica de las microcuencas para la ciudad de Catamayo es de 1497,14 Km².

3.4 Valoración económica del agua.

3.4.1 Valor de protección de la vegetación proveedora del servicio ambiental hidrológico.

El valor de protección de la vegetación proveedora del servicio ambiental hidrológico se lo determinó, obteniendo el costo de oportunidad; enfocados en la compensación directa a los dueños de las tierras que se encuentran dentro las zonas de importancia hidrológica a cambio de la protección de las mismas.

- Área a protegerse por tener importancia hidrológica.

El área que debe ser protegida por su importancia hidrológica es la que está cubierta por la zona de muy alta y alta importancia; como lo son el bosque natural, bosque plantado y matorral.

En la realidad de Catamayo, la zona que tiene que ser protegida es la que se encuentra cubierta por vegetación de alta importancia hidrológica (matorral y plantación forestal) dentro de la zona de importancia hidrológica (ZIH). El matorral (zona arbustiva) se encuentra en las cinco microcuencas aportantes del servicio ambiental hídrico para la ciudad de Catamayo; y la plantación forestal se encuentra en la parte alta de las microcuencas Indiucho y Duraznillo.

El área que requiere protección por su importancia hidrológica es de 797,04 Km² que corresponde al matorral y la plantación forestal de las microcuencas abastecedoras del recurso hídrico. En la microcuenca San Agustín el 17,09 %, en El Huaycu el 7,08 %, en Indiucho el 41,98 %, en Duraznillo el 28,83 % y en la microcuenca Quebrada Seca el 5,02 % del total de sus superficies deben protegerse por tener importancia hidrológica.

- Descripción de los oferentes y demandantes del SAH.

Los oferentes del servicio ambiental hidrológico son los habitantes de las partes altas de las microcuencas abastecedoras; estas zonas están ocupadas por vegetación de alta importancia hidrológica. Los habitantes o propietarios de estas tierras serían los principales beneficiarios (en caso de aceptarse un futuro mecanismo de pago por proteger la vegetación proveedora de un servicio ambiental hidrológico).

Los demandantes del servicio ambiental son los beneficiarios directos del agua en la ciudad de Catamayo; además son los virtuales pagadores de un mecanismo de pago por protección de la vegetación proveedora del SAH.

- Importancia de la cobertura vegetal protectora en función del recurso hídrico (%).

A continuación, el cuadro obtenido al tabular las encuestas de la importancia que los habitantes de la ciudad de Catamayo le dan a la vegetación de las microcuencas. Se debe aclarar que cada encuesta estaba estructurada por las preguntas del cuadro 21.

Cuadro 21. Importancia de la cobertura vegetal desde el punto de vista hídrico.

Servicios que presta el bosque	Número de veces		
	Poco importante	Medianamente importante	Muy importante
El bosque mantiene constante la cantidad de agua.	-	-	100
El bosque sirve para almacenar agua.	-	4	96
El bosque mantiene limpia el agua.	-	-	100

El bosque ayuda para que se produzcan las lluvias.	-	2	98
El bosque ayuda para que permanezca fresco el ambiente.	-	6	94
El bosque ayuda para que el agua no se llene de lodo.	-	22	78
TOTAL	-	5,667	94,333
RANGO DE IMPORTANCIA	0 - 33	34 - 66	67 - 100
PROMEDIO (%)	16,5	50,0	83,5

Fuente: Autor.

Después de tabular las encuestas desarrolladas, en puntos aleatorios dentro de la ciudad de Catamayo, a los beneficiarios directos del servicio ambiental hídrico se obtuvo que un 94,333 % de la población beneficia cataloga como muy importante a la cobertura vegetal. Y un 5,667 % de los beneficiarios le dan mediana importancia.

- Costo de oportunidad

En el siguiente cuadro se muestran los aspectos que servirán para obtener el costo de oportunidad de la zona de importancia hidrológica en las microcuencas.

Cuadro 22. Aspectos considerados para calcular el costo de oportunidad de las microcuencas abastecedoras de agua para Catamayo.

Aspecto	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$/ha/año)
a. Ventas	29200 litros / año	0,38 \$ / litro	11096
b. Insumos	-	-	10000
c. Actividades de manejo	-	-	400

d. Herramientas y equipos	-	-	595
e. Costos totales (b+c+d)	-	-	10995
f. Beneficios totales (a)	-	-	11096
g. Ingreso neto \$/ha/año (f-e)	-	-	101

Fuente: Autor.

- Valor de protección de la vegetación que provee el SAH

$$VP = \frac{co \ Ab \ \alpha}{D}$$

$$VP = \frac{20 \times 797,04 \text{ Km}^2 \times 0,84}{25090,82 \text{ m}^3/\text{año}}$$

$$VP = 0,53 \text{ \$ / m}^3$$

El valor de protección de las microcuencas es de 0,53 \$/m³ y se lo obtuvo al relacionar el costo de oportunidad (dividido por el número total de microcuencas abastecedoras de agua), el área que tiene cobertura vegetal protectora, la importancia de dicha vegetación y el volumen anual de agua captada por la vegetación proveedora del servicio ambiental hidrológico en la zona de importancia hídrica. (Anexo 2).

3.4.2 Valor de mantenimiento y recuperación del área abastecedora de agua

- Identificación del área que se debe mantener y recuperar.

El área ha mantener en las microcuencas, es la zona que esta cubierta por vegetación de alta importancia hidrológica (797,04 Km²); en nuestro estudio esta zona esta conformada por matorral y plantación forestal.

El área que debe recuperarse, está ocupada por cultivos y pastizales; ocupando 1497,14 Km² del total de la superficie de las microcuencas abastecedoras. Es decir en la zona del cantón Catamayo la vegetación necesita de manera inmediata la participación de las autoridades y comunidad para recuperar su índice de importancia hídrica (IPH) y rehabilitar el potencial hidrológico.

- Gastos y actividades para mantener el área abastecedora de agua

Se realizó una propuesta (ver anexo 3) en la que se indican los objetivos, materiales, presupuesto, el procedimiento para implementar la propuesta y los resultados que se espera obtener.

Los costos para un periodo de cinco años se detallan en el cuadro 23.

Cuadro 23. Presupuesto y actividades de mantenimiento y protección de la vegetación que provee el servicio ambiental hídrico.

Año	Actividades	Costos (\$)
1	Establecimiento	1543,5
2	Manejo	1291,5

3	Manejo	1291,5
4	Manejo	1291,5
5	Manejo	1291,5
	Total	6709,5

Fuente: Autor.

Según Rojas (2004), esta alternativa constituye la herramienta más barata, eficaz y ambientalmente sana para proteger el potencial hidrológico de la cuenca. En el costo del primer año se incluye actividades de promoción, capacitación, asistencia técnica, trabajo de campo, etc. A partir del segundo año los costos se reducen porque considera el mantenimiento de lo alcanzado en el primer año.

- Gastos y actividades para recuperar el potencial hidrológico de la zona de importancia.

Se propone realizar una reforestación en las zonas de baja productividad o donde predomina el pastizal (205,96ha); también se cerrará la fuente de agua en la zona del Villonaco.

Los detalles de ambas propuestas se indican en el anexo 4. Y el presupuesto con sus respectivas actividades se muestran a continuación:

Cuadro 24. Presupuesto y actividades para la recuperación del potencial hidrológico de la ZIH.

Actividad	Unidad de medida	Requerimiento	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Reforestación de zonas de	ha	205,96	1864,80	384074,21

baja productividad.				
Cerramiento de fuentes de agua.	Fuente	1	398,68	398,68
Total				384472,89

Fuente: Autor.

- Valor de mantenimiento y recuperación del área abastecedora de agua

Antes de obtener este valor fue necesario determinar el costo total de recuperación y mantenimiento del potencial hidrológico de la zona proveedora de servicio ambiental. Los costos y actividades se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 25. Presupuesto y actividades para el mantenimiento y recuperación del potencial hidrológico de la ZIH.

Actividad	Costos / año (\$)					Costo total (\$)	%
	1	2	3	4	5		
Mantenimiento de la zona de matorral y bosque.	1543,50	1291,50	1291,50	1291,50	1291,50	6709,50	0,34
Reforestación de las zonas de baja producción hidrológica.	384074,21	385574,21	385574,21	385574,21	385574,21	1926371,05	99,60
Cerramiento de la fuente de agua de la zona del Villonaco.	398,68	150,10	150,10	150,10	150,10	999,08	0,06
Total	386016,39	387015,81	387015,81	387015,81	387015,81	1934079,63	100,00
%	19,96	20,01	20,01	20,01	20,01	100,00	

Fuente: Autor.

El valor de mantenimiento y recuperación de las zonas abastecedoras del recurso para un periodo de 5 años es de \$ 1934079,63, de los cuales \$ 386016,39 deben invertirse en el primer año con un monto por unidad de agua consumida y facturada de 0,192 \$/m³ siempre y cuando el consumo de agua sea igual o mayor a 2008843,20 m³/año. A partir del segundo año este monto es de 0,193 \$/ m³. Los valores obtenidos son dinámicos es decir se actualizan según la necesidad.

3.5 Tarifa por consumo del recurso en la ciudad de Catamayo

En la ciudad de Catamayo, según informe técnico del Municipio, el costo por mantenimiento y operación del sistema de agua comprenden los gastos por mano de obra, administración, energía eléctrica, insumos químicos, materiales y accesorios, combustibles y lubricantes es de 0,02 m³/mes.

Según Rojas (2004), no se debe considerar la depreciación de activos fijos ni las inversiones que por mandato legal son responsabilidad de entidades gubernamentales y del propio municipio.

3.5.1 El margen de ahorro de inversión

Es el dinero que debería incluirse en la tarifa con la finalidad de generar fondos para enfrentar imprevistos todo esto de acuerdo con el interés bancario vigente y la tasa de crecimiento poblacional.

Teniendo en cuenta que la tasa de interés activa vigente por motivo de consumo, según datos del Banco Central del Ecuador, es de 16,30 % y la tasa de crecimiento poblacional es de 1,7%.

Sumando el valor del costo de operación y mantenimiento ($0,02 \text{ m}^3/\text{mes}$) con la tasa de crecimiento poblacional ($1,7 \%$) se obtuvo un valor de $1,72$; que fue utilizado para realizar una regla de 3 con el interés bancario para obtener un valor de $0,029$.

3.5.2 Componente operacional consolidado

Al sumar el costo de operación y mantenimiento ($0,02$) con el margen de ahorro inversión ($0,029$) se obtuvo que el valor económico del componente operacional consolidado para el sistema de agua para la ciudad de Catamayo es de: $0,049 \text{ \$/m}^3$.

3.5.3 Disposición de pago por una tarifa ambientalmente ajustada

Luego de realizadas las encuestas a una muestra representativa se elaboró un cuadro para observar la disposición, que tienen los usuarios de agua de la ciudad de Catamayo, ha pagar un rubro adicional destinado a la protección de las fuentes de agua. (Anexo 5)

3.6 La tarifa ambientalmente ajustada

La tarifa ambientalmente ajustada para el agua potable de la ciudad de Catamayo es de $0,769 \text{ \$/m}^3$. (90% adicional de lo que actualmente la comunidad de Catamayo, paga por el servicio de agua potable). En el siguiente cuadro se indican los componentes que integran la nueva tarifa de agua.

Cuadro 26. Los componentes que integran el valor económico del agua potable de Catamayo.

Componentes		Valor (\$/m ³)	%
Operacional	Costos operativos debido a la dotación de agua.	0,020	2,601
	Margen de ahorro inversión (imprevistos)	0,029	3,770
Ambiental	Valor por protección de la vegetación proveedora del servicio ambiental hídrico.	0,530	68,921
	Valor por mantenimiento y recuperación del área abastecedora.	0,190	24,707
TOTAL		0,769	100

Fuente: Autor

La nueva tarifa para la ciudad de Catamayo tiene mayor peso porcentual en el componente ambiental (93,628 %). Esto se da por la necesidad urgente que tiene la zona con vegetación para ser conservada y recuperada.

Este ajuste de la tarifa de agua, internaliza los costos y los beneficios que están asociados a la protección y al mantenimiento y recuperación de la vegetación que provee del servicio ambiental hidrológico que se genera en las microcuencas abastecedoras (San Agustín, El Huaycu, Indiucho, Duraznillo y Quebrada Seca).

La valoración económica-ambiental, es una herramienta que servirá a los involucrados, para que la toma de decisiones sea razonable y acertada. Los tomadores de las decisiones, deben analizar concienzudamente la viabilidad de implementar dicha tarifa, teniendo en cuenta aspectos sociales, económicos, institucionales e institucionales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las microcuencas San Agustín, El Huaycu, Indiucho, Duraznillo y Q. Seca, que abastecen al sistema de agua de la ciudad de Catamayo se encuentran en mal estado y limitadas para proveer del servicio ambiental; es necesario actuar con los involucrados (oferentes, demandantes y autoridades) para llegar a un consenso que permita mejorar la realidad ambiental del cantón.
- En Catamayo existe escases de agua de buena calidad; existe cantidad por la presencia del río Catamayo, pero esta agua llega con alto estado de contaminación. Por lo tanto, hay gasto elevado por parte de la municipalidad para reducir los niveles de contaminación y tratarla para que sea un agua apta para el consumo; además existe un elevado índice de agua que no esta siendo contabilizada ya sea por conexiones clandestinas o deficiencias en las conexiones o distribución.
- Las microcuencas abastecedoras de agua para Catamayo son alargadas, tienen relieve poco accidentado y están mal drenadas debido a que la densidad de drenaje obtenida es cercana a cero.
- En ciertas partes de las microcuencas, donde se presenta vegetación, hay la presencia de fauna contribuyendo con la dinámica ambiental del sector. Pero se requieren estudios enfocados exclusivamente en la flora y fauna del sector para tener un inventario completo y de esta manera emprender proyectos de conservación.
- La cubierta vegetal en las microcuencas esta conformada por: matorrales, bosques plantados y naturales, pastizales y cultivos. Esta vegetación pertenece al bosque seco premontano.

- Las áreas con cobertura vegetal que tienen mayor aptitud para proveer el servicio ambiental hídrico son las conformadas por matorral, bosque plantado y con arbusto (con un IPH entre 0,70 y 0,80) estas ocupan el 20% del área de las microcuencas abastecedoras.
- No existen planes de manejo ni de conservación en las microcuencas abastecedoras. Es necesario concienciar a las personas sobre la importancia de las microcuencas, a través de planes de educación ambiental, y de esta manera lograr el mantenimiento del servicio ambiental; además se debe formalizar con los involucrados para que haya un comprometimiento enfocado en proteger y recuperar las microcuencas.
- En Catamayo, el recurso agua, no está siendo valorado pues el pago de los usuarios tan sólo representa el transporte del agua desde las captaciones hasta sus hogares. Por lo que existe pérdida económica en DEMAPAL.
- La demanda (primer año) para mantener la vegetación proveedora del servicio ambiental hidrológico en la zona de importancia hidrológica es de \$ 1543,50.
- El monto para la recuperación del potencial hidrológico de las microcuencas es de \$ 384472,89. Esta es la cantidad inicial requerida que será destinada para el cerramiento de la fuente de agua en la zona del Villonaco y para la reforestación de las zonas de baja productividad hidrológica. La reforestación es necesaria pero no es viable debido a que en la zona del valle de Catamayo la realidad ambiental no es muy alentadora, entonces los costos por su recuperación son muy elevados.
- El costo por metro cúbico de agua cobrado por DEMAPAL, no representa su valor real, porque para generar cada metro cúbico se debe tener en cuenta el

valor por protección; y, el valor por mantener y recuperar las microcuencas abastecedoras.

- Con la internalización del componente ambiental en la tarifa de consumo de agua de la ciudad de Catamayo el valor económico-ecológico real del agua es de 0,769 \$/m³.
- Se tiene una tarifa ambientalmente ajustada que va acompañada con la disposición o voluntad de pago por parte de los demandantes del servicio ambiental. Se debe aclarar que en las encuestas sobre la disposición de pago, los demandantes revelaron su intención de pagar pero no costos tan elevados.
- En caso de aceptarse la propuesta, sí existiría un impacto económico en la ciudadanía. Debido a las condiciones ambientales (que elevan costos en la tarifa) y económicas del cantón que no son tan alentadoras.
- Los resultados obtenidos en este estudio no son viables debido a que el incremento en la tarifa hacia los demandantes sería muy elevada (más del 90% de lo que normalmente pagan). Su implementación provocaría repercusiones y malestar ciudadano.
- Al no tener información sobre la tenencia de tierra, es necesario realizar catastros en todas las microcuencas del cantón Catamayo.
- Que desde el municipio se promuevan gestiones con instituciones públicas y privadas para lograr ingresos económicos extras que permitan mejorar, en lo posible, la realidad ambiental del cantón.
- Al comparar los datos obtenidos en este estudio con otras experiencias similares, se llega a la conclusión de que Catamayo, por sus características de ubicación y

climáticas, es un sitio en el cual resulta complicado aplicar una tarifa ajustada ambientalmente. Además, se observa que la mayoría de estudios realizados por otros autores, han sido en zonas en las que las condiciones ambientales son favorables; mas no, en lugares secos como Catamayo.

BIBLIOGRAFIA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZQUETA, D. 1999. Valoración Económica de la Calidad Ambiental. Editorial McGraw Hill. Madrid, España. p. 273.

BALCAZAR, L. 2005. Diagnóstico socio económico de la cuenca binacional Catamayo-Chira. Universidad Nacional de Piura. Consorcio Los Ceibos. Piura, Perú. p. 9.

BARRANTES, G; VEGA, M. 2002. Evaluación del servicio ambiental hídrico en la cuenca del río Tempisque y su aplicación al ajuste de tarifas. Preparado para ASOTEMPISQUE. Financiado por el Fondo Canje Deuda Costa Rica Canadá, el Programa de Pequeñas Donaciones (PPD) de PNUD y la Fundación CRUSA. Costa Rica. p. 22.

BARZETTI, V. 1993. Parques y progreso; Áreas protegidas y desarrollo económico en América Latina y el Caribe. Unión Mundial para la Naturaleza. Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, Estados Unidos. p. 143-171.

CERON, C. 2006. Plantas medicinales de los Andes ecuatorianos. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.

CISNEROS, F. BIEVRE, B. y FEYEN, J. 2003. Algunas consideraciones en el marco del manejo integral de cuencas hidrográficas en el Ecuador. En: Memorias III Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas. REDLACH – FAO – INRENA. Arequipa, Perú. (9 – 13 de junio del 2003).

DIXON, J. SCURA, L. CARPENTER, R. SHERMAN, P. 2001. Análisis económico de impactos ambientales. Segunda edición. Earthscan publications. Londres, Inglaterra. p. 45-91

GIGER, M. 2000. Evitando la trampa: más allá del empleo de incentivos directos. Informes de Desarrollo y Medio Ambiente N. 17. CDE, Universidad de Berna. Suiza.

GRANIZO, T. *et. al.* 2002. Libro rojo de las aves del Ecuador. SIMBIOE/Conservación Internacional/Ecociencia/Ministerio del Ambiente/UICN. Serie Libros Rojos del Ecuador. Ediciones Libri Mundi. Quito, Ecuador. p. 114.

HERRERA, C. 2000. Experiencias de pagos por servicios Ambientales en Costa Rica. FUNDECOR. En Memoria Foro Regional Pago por Servicios Ambientales con énfasis en Agricultura Sostenible de Laderas. PASOLAC, IICA. San Salvador, El Salvador.

MARCHÍN, M. 2008. Los pagos por servicios ambientales como instrumento innovador para la conservación y manejo sustentable de ecosistemas. Revista Trimestral Latinoamericana y caribeña de desarrollo sustentable. Revista Futuros.

MIDEPLAN, 1995. Estudio de Factibilidad. Programa de Manejo de Cuencas Hidrográficas. Informe Ejecutivo. Ediciones Andros. Santiago, Chile. p. 59.

MIDEPLAN, 1998. Cuencas Hidrográficas en Chile: Diagnóstico y Proyectos Santiago. Ediciones Andros. Santiago, Chile. p. 206.

PAGLIOLA, S. 2003. Pago por servicios ambientales: lecciones iniciales. In: Ponencia Payment schemes for environmental services in watersheds. Regional forum. Arequipa, Perú.

PEREZ, C; *et.al.* 2000. Algunos elementos para la concepción de acciones de pagos por servicios ambientales. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC). Documento No. 259. Nicaragua, El Salvador, Honduras. p. 3 – 4.

RIDGELY, R; GREENFIELD, P. 2007. Aves del Ecuador. Guía de campo. Fundación de conservación Jocotoco. Volumen 1. Quito, Ecuador. p. 119, 140, 217, 253, 257, 394, 610, 619, 738.

ROJAS, J. 2004. Valoración económica del agua de uso doméstico en Quilanga, Loja. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Sede Ibarra. Ecuador. p. 10.

SALAS – DUEÑAS, A. 2003. Las Cuencas Hidrográficas. Manual Básico. Fundación “Moisés Bertoni”. Dinero Club. Asunción-Paraguay p. 1-2

SARMIENTO, F. 2000. Diccionario de ecología. Paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica. Ediciones Abya – Yala. Quito, Ecuador.

TAPIA, M. 1997. Manejo Integral de Microcuencas. Centro Internacional de la papa. (CIP). Curso-Taller. Lima, Perú.

TIRIRA, D. 2001. Libro rojo de los mamíferos del Ecuador. SIMBIOE/Ecociencia/Ministerio del Ambiente/UICN. Serie Libros Rojos del Ecuador, Tomo 1. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 4. Ediciones Libri Mundi. Quito, Ecuador. p. 132.

WARDFORD J.; M. MUNASINGHE. 1997. The Greening of economic policy reform. Volume II: Case Studies. The World Bank. Environmental Department and Economic Development Institute. Washington, D.C. United States of America.

WYMAN, S. et. al. 2004. Compensación por los servicios de los ecosistemas (CSE). Editorial Inforesources Focus. Switzerland.

YAGUACHE, R. y CARRIÓN R. 2004. Construyendo una experiencia de desarrollo: “El manejo de los recursos naturales en Pimampiro”. Corporación para el Desarrollo de los Recursos Naturales (CEDERENA). Editorial Soboc Grafic. Quito, Ecuador.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

ASOCIACIÓN MUNDIAL PARA EL AGUA (GWP) y Comité de Consejo Técnico. 2001. Manejo Integrado de Recursos Hídricos. [en línea] <<http://www.gwpforum.org/gwp/library/TAC4sp.pdf>> Consulta: 28 de mayo del 2010.

BANCO CENTRAL DEL ECUADOR. 2010. Tasas de Interés. Comparación tasas. Quito, Ecuador. [en línea] <<http://www.bce.fin.ec/docs.php?path=documentos/Estadisticas/SectorMonFin/TasasInteres/Indice.htm>> Consulta: 12 de agosto del 2010.

BARSEV RADO. 2000. Experiencias Replicables de Pago por Servicios Ambientales (psa) del Recurso Agua en Centroamérica. [en línea] <<http://www.bionica.info/biblioteca/BarzevServiciosAmbientales.pdf>> Consulta: 3 mayo del 2010.

BID; Banco Interamericano de Desarrollo. 2000. Perfil de Sistemas para Pago por Servicios Ambientales para apoyo de prácticas forestales y agrícolas sostenibles. [en línea] <<http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=678846>> Consulta: 10 de mayo del 2010.

CATIE. 2009. Gestión integral de cuencas hidrográficas. Costa Rica. [en línea] <<http://pacificosur.rirh.net/ADVF/documentos/GICCostaRica.pdf>> Consulta: 30 de abril del 2010.

ELIZONDO, L. 1999. Especies de Costa Rica. Didelphis marsupialis Costa Rica. [en línea] <<http://darnis.inbio.ac.cr/ubis/FMPro?-DB=UBIPUB.fp3&-lay=WebAll&->

error=norec.html&-Format=detail_print.html&-Op=eq&id=1483&-Find> Consulta: 11 de junio del 2010.

ELIZONDO, L. 1999. Mamíferos de Centro América. *Scurius granatensis*. Costa Rica. [en línea] <<http://darnis.inbio.ac.cr/ubica/FMPro?-DB=UBICA.fp3&-lay=WebAll&-error=norec.html&-Format=ubi.html&-Op=eq&id=1627&-Find>> Consulta: 11 de junio del 2010.

ELIZONDO, L. 1999. Mamíferos de Centro América. *Mustela frenata*. Costa Rica. [en línea] <<http://darnis.inbio.ac.cr/ubica/FMPro?-DB=UBICA.fp3&-lay=WebAll&-error=norec.html&-Format=ubi.html&-Op=eq&id=1679&-Find>> Consulta: 12 de junio del 2010.

FAO. 2001. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [en línea] <<http://www.fao.org/forestry/FO/SOFO/sofo-s.stm>> Consulta: 22 abril del 2010.

FAO. 2003. Payment schemes for environmental services in watersheds. Regional forum. [en línea] <http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/006/y5305b/y5305b00.htm>. Consulta: 5 de mayo del 2010.

Contexto histórico de configuración del territorio cantonal de Catamayo. 2003. Proyecto AECI y plan Binacional. Ecuador. [en línea] <<http://www.flacsoandes.org/dspace/bitstream/10469/879/7/05.%20Cap%C3%ADulo%203.%20Contexto%20hist%C3%B3rico%20de%20configuraci%C3%B3n%20del%20territorio.pdf>> Consulta: 5 de mayo del 2010.

Flora species, 2007. Bosque Petrificado de Puyango. Desarrollado por Mancomunidad de Manejo, Administración y Control del Bosque Petrificado de Puyango. Ecuador. [en línea]

<http://www.bosquepuyango.ec/en/especie.flora.php?pageNum_fauna1> Consulta: 23 de junio del 2010.

FUNDACIÓN BAY SCIENCE. 2009. Furcraea andina. [en línea]

<http://zipcodezoo.com/Plants/F/Furcraea_andina/> Consulta: 25 de junio del 2010.

INFOAGRO. 2009. Caña de azúcar. Saccharum officinarum. [En línea]

<<http://fichas.infojardin.com/hortalizas-verduras/cana-azucar-dulce-canaduz-canamiel.htm>> Consulta: 22 de junio del 2010.

INFOAGRO. 2009. Schinus molle. [en línea]

<<http://fichas.infojardin.com/arboles/schinus-molle-falso-pimenteroaguaribay-especiero.htm>> Consulta: 23 de junio del 2010.

INFOAGRO. 2009. Opuntia indica. [en línea]

<http://fichas.infojardin.com/cactus/opuntia-ficus-indica-chumbera-nopal-tuna-tunera.htm> Consulta: 25 de junio del 2010.

MEDINA, *et. al.* 2009. Dieta de Conepatus chinga (Carnívora: Mephitidae) en un bosque de Polylepis del departamento de Arequipa, Perú. [en línea]

<<http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v16n2/a09v16n2.pdf>> Consulta: 11 de junio del 2010.

MINISTERIO DEL AMBIENTE; 2008. Área de gestión: Recursos hídricos. PEAR (Plan estratégico ambiental regional). Ecuador. [en línea] <<http://www.ambiente.gov.ec/userfiles/1102/file/PEAR-AREA-RECURSOS-HIDRICOS.pdf>> Consulta: 2 de mayo del 2010.

MONDRAGÓN, J. 2007. Verbenaceae. Lantana cámara. México. [en línea] <<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/verbenaceae/lantana-camara/fichas/ficha.htm>> Consulta: 24 de junio del 2010.

MUÑOZ, F (editor). 2000. Available species. Clelia clelia. Costa Rica. [en línea] <<http://darnis.inbio.ac.cr/FMPro?-DB=UBIpub.fp3&lay=WebAll&Format=/ubi/detail.html&-Op=bw&id=3608&-Find>> Consulta: 14 de junio del 2010.

NARANJO, A. 2008. La chilca – Baccharis latifolia. [en línea] <<http://aty.hipatia.net/elgg/news/weblog/1882.html>> Consulta: 25 de junio del 2010.

ONU. 1997. Evaluación de los recursos de agua dulce del mundo. México. [en línea] <<http://www.ccvn.org.mx/gestion.htm>> Consulta: 6 de mayo del 2010.

Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Loja. INERHI-PREDESUR-CONADE. 2000. Ecuador. [en línea] <<http://www.oas.org/usde/publications/Unit/oea02s/ch11.htm> (2 of 2)> Consulta: 23 de julio del 2010.

REDTOX; Instituto Bioclón - Laboratorio Silanes.2007. Bothrops asper. [en línea]<<http://www.redtox.org/RT22/servlet/CtrlVerArt>> Consulta: 14 de junio de 2010.

REDTOX; Instituto Bioclón - Laboratorio Silanes.2007. *Micrurus tschudii*. [en línea]<<http://www.redtox.org/RT22/servlet/CtrlInteriorSec?clv=10320&tipo=s>>
Consulta: 14 de junio del 2010.

Revista La Era Ecológica. 2004. Que es una microcuenca. [en línea]
<http://www.eraecologica.org/revista_16/era_agricola_16.htm?cuenca_hidrografica.htm~mainFrame> Consulta: 23 de abril del 2010.

Revista Scielo. 2006. Valoración de servicios ambientales y políticas públicas en comunidades indígenas y campesinas en los países andinos. Metodologías y estrategias para un diálogo nacional. Chile. [en línea]
<http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071834022006000100003&script=sci_arttext#cita2> Consulta: 8 de mayo del 2010.

SENPLADES. 2007. Diagnóstico crítico de la situación actual de la gestión de los Recursos Hídricos. Ecuador. [en línea]
<http://www.senplades.gov.ec/c/document_library/get_file?uuid.14dd> Consulta: 30 de abril del 2010.

ULLOA, C; MOLLER, P. 2002. Árboles y arbustos de los Andes del Ecuador. Ficus. Ecuador. [en línea]
<http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=201&taxon_id=112770>
Consulta: 28 de junio del 2010.

VRIES, T. 2009. *Buteo polyosoma*. El teatro ecológico y el concepto de la especie en cuatro gavilanes. [en línea] <<http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/195242>>
Consulta: 12 de junio del 2010.

ANEXOS:

ANEXO 1. Obtención de información (proveniente de los habitantes) de flora y fauna presente en Catamayo.

Señale con una (X) cual de las siguientes especies de plantas Ud. reconoce que existe en Catamayo.

Especie	
Faique	
Mosquera	
Tuna	
Borrachera	
Supirrosa	
Pasto	
Uña de gato	
Penco	
Caña de azúcar	
Eucalipto	
Guayaba	
Higuerón	
Clavelillo	
Molle	
Pino	

Por favor, en caso de conocer una especie adicional a las antes mencionadas, anótelas a continuación:

Especie	

Señale con una (X) cual de las siguientes especies animales, ud. reconoce que existe en Catamayo.

Aves	
Especie	
Gavilán	
Lechuza	
Gallinazo	
Mirlo	
Chilalo	
Paloma	
Urraca	
Garrapatero	
Chiroca	
Reptiles	
Especie	
Colambo	
Equis	
Coralillo	
Mamíferos	
Especie	

Guanchaca	
Zorro	
Añango	
Chucurillo	
Ardilla	
Macroinvertebrados	
Grillo	
Zancudo	
Abeja	
Saltamontes	
Avispa	
Mariposa	

Por favor, en caso de conocer una especie animal adicional a las antes mencionadas, anótelas a continuación:

Especie	

ANEXO 2. Aplicación del método de costo de oportunidad.**Entrevista para determinar el costo de oportunidad****1. Tenencia de tierra**

Tamaño del terreno:

.....20.....
.....

Número de personas que viven en la finca:

.....6.....
.....

Número de personas que trabajan en la finca:

.....5.....
.....**2. Tamaño del hato**

Cuántas hectáreas de terreno están dedicadas a la ganadería: 15 ha

Cuántos animales en total tiene en el terreno: 30

3. Ventas por año

Producto	Cantidad / año	Costo (\$ / unidad)	Total (\$ / ha / año)
Leche	29200 litros / año	0,38 \$ / litro	11096
Queso	-	-	-
Quesillo	-	-	-
Carne	-	-	-
Vacas	-	-	-

Fuente: Autor.

4. Actividades de manejo

Actividades de manejo	Unidad	Cantidad (ha / año)	Costo unitario (\$)	Total (\$ / ha / año)
Limpieza	Jornal	15	10	150
Labores de ordeño	Jornal	20	6	120
Fertilización	Jornal	5	5	25
Riego	Jornal	10	5	50
Alimentación	Jornal	11	5	55

Fuente: Autor.

Cuanto aproximadamente es lo que ud gasta en limpieza, labores de ordeño, fertilización, riego y alimentación: 400 \$ / ha / año.

5. Insumos utilizados en el terreno

No se ha llegado a detallar de manera específica los gastos por rubro, pero con la ayuda de los productores y dueños del lugar se la logrado determinar los insumos en aproximadamente \$10000. Estos insumos son: fertilizantes para pastos, alfarina, sal mineralizada, desparasitantes, productos sanitarios, pajuelas, etc.

6. Herramientas y equipos

Equipos	Costo (\$)
Baldes	50
Cabos / lazos	60
Palas	50
Barretas	50
Botas	50
Jeringuillas	35
Alambre	200
Postes	100

Fuente: Autor.

7. Otras actividades productivas

Explotación de madera: No

Minería: No

Albañilería: No

ANEXO 3. Propuesta para mantener el área abastecedora de agua a la ciudad de Catamayo.

**PROPUESTA PARA EL MANTENIMIENTO DE LAS MICROCUENCAS
QUE ABASTECEN DE AGUA A LA CIUDAD DE CATAMAYO.**

**MANTENIMIENTO DE LA ZONA CON VEGETACIÓN DE
IMPORTANCIA HIDROLÓGICA.**

Objetivo general:

Colaborar con la conservación de las zonas de importancia hidrológica (bosque o matorral) que se encuentran dentro de las microcuencas abastecedoras de agua para Catamayo; y de esta manera asegurar su presencia y calidad.

Objetivos específicos:

- Mantener y mejorar la oferta hídrica para la ciudad de Catamayo mediante la protección de la zona que está cubierta por vegetación de importancia hidrológica.
- Lograr conciencia por parte de los oferentes del servicio ambiental a cerca de la importancia de la protección y conservación de las fuentes de agua y la vegetación.
- Mantener las poblaciones de flora y fauna en las microcuencas.

Resultados esperados:

- Se mantiene y mejora la oferta hídrica para la población.
- Se conserva la zona que está cubierta por vegetación de alta importancia hidrológica.
- Oferentes conscientes de la urgencia que tiene la protección y conservación de la zona de la zona de importancia hídrica.
- Se mantiene los hábitats de flora y fauna.

Procedimiento para implementar la propuesta:

Reconocer, definir y zonificar el área que se va a proteger y conservar.

Lograr que las zonas de importancia hidrológica sean consideradas como lugares de protección y conservación, mediante la participación de todos los involucrados (oferentes, demandantes y municipio), para proteger y conservar dichas zonas.

Capacitar y organizar a los involucrados, especialmente a los propietarios de los terrenos, acerca de la importancia de proteger los bosques, de los servicios ambientales que estos puede prestar y de los problemas futuros que se pueden dar por el descuido de estas zonas (incendios, deslaves).

Tener en cuenta y hacer conocer las leyes vigentes.

Materiales:

Carta topográfica, GPS, machetes, cinta para delimitar, estacas de madera para señalamiento. Material como papelógrafos, folletos, libros, videos que nos sirvan para educar y concienciar a los involucrados.

Cuadro de costos:

El presupuesto aproximado que se requiere para lograr mantener el área cubierta por vegetación de importancia hidrológica, se detalla en el siguiente cuadro (para el primer año).

Cuadro 3.1. Detalle del presupuesto y actividades para el mantenimiento del área cubierta por bosque y matorral durante el primer año.

Actividad	Unidad de medida	Requerimiento (#)	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Reconocimiento	Jornal	5	10	50
Delimitación	Jornal	10	10	100
Capacitación/organización	Reuniones comunales	8	20	160
Material de capacitación	Varios	1	500	500
Material de campo	Varios	1	300	300
Asistencia técnica (acompañamiento, monitoreo, etc.).	Ocupación anual (%)	0,10	3600	360
			Subtotal	1470
			Imprevisto (5%)	73,5
			Total	1543,5

Fuente: Autor.

Luego del primer año será necesario realizar monitoreos para comprobar los avances en la protección y en el cumplimiento de lo antes acordado. Las actividades y presupuesto para el segundo año se detallan en el siguiente cuadro.

Cuadro 3.2. Presupuesto y actividades para el mantenimiento del área cubierta por bosque y matorral a partir del segundo año.

Actividad	Unidad de medida	Requerimiento (#)	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Revisión de acuerdos	Reuniones comunales	4	30	120
Verificación de límites	Jornal	5	10	50
Retiro de árboles muertos	Jornal	10	10	100
Raleo forestal	Jornal	10	10	100
Protección en áreas vulnerables (incendios, derrumbes)	Jornal	50	10	500
Asistencia técnica	Ocupación anual (%)	0,10	3600	360
			Subtotal	1230
			Imprevisto (5%)	61,5
			Total	1291,5

Fuente: Autor.

ANEXO 4. Propuestas para recuperar el potencial hidrológico de las microcuencas abastecedoras de agua a Catamayo.

**PROPUESTAS PARA LA RECUPERACIÓN DE LAS MICROCUENCAS
QUE ABASTECEN DE AGUA A LA CIUDAD DE CATAMAYO.**

**a. CERRAMIENTO DE LA FUENTE DE AGUA EN LA ZONA DEL
VILLONACO.**

Se realizará un cerramiento en la zona del Villonaco de donde se recoge una parte del agua para el sistema de Catamayo. Este cerramiento se lo puede realizar por estar respaldado por la Ley debido a que en el Capítulo II, Artículo 13 de la normativa para el manejo sustentable de los bosques nativos del Ecuador dice que: formarán parte de las zonas de protección permanentes, entre otros terrenos, las nacientes superficiales de agua a rededor de las que se dejará una franja de por lo menos 10 metros en contorno, es decir, un diámetro de 20 metros que a la vez ocupa 0,03 ha.

Objetivo general:

Cuidar las fuentes abastecedoras de agua para la ciudad de Catamayo, mediante el cerramiento de las mismas para evitar su degradación y en lo posible recuperar su potencial hidrológico.

Objetivos específicos:

- Limitar el ingreso a las fuentes de agua, a los posibles agentes contaminantes.
- Recuperar las zonas con vegetación.

Resultados esperados:

- Cerramientos técnicos de las fuentes de agua.
- Fuentes de agua protegidas.
- Disminución en la contaminación del agua.
- Propietarios de las tierras con conciencia ambiental.

Procedimiento para implementar la propuesta: Tomado de Rojas (2004).

- Promoción y acuerdo con los propietarios de los terrenos donde están ubicadas las fuentes de agua, para lograr su sensibilización y motivación que permita realizar las acciones propuestas.
- Analizar con los involucrados los mejores mecanismos para asumir el compromiso de cerrar y proteger esta área.
- Delimitar y marcar la zona a proteger.
- Cercado con alambre de púas y postes (vivos o muertos) en tres fases:
 - o Fase 1.- Instalación: en el lapso de un año, se utiliza el 100% de postes muertos y se plantan estacas de postes vivos.
 - o Fase 2.- Desarrollo: en dos años, se cambia la mitad de postes muertos por postes vivos.
 - o Fase 3.- Consolidación: dos años, cambio de todos los postes muertos por postes vivos.

Los postes serán colocados a una distancia de 1,5 m y se utilizarán 6 hilos de alambres de púas. Las especies vivas a utilizar se determinaran en conjunto con los propietarios de los terrenos.

- Actividades de mantenimiento.

Presupuesto:

En el siguiente cuadro se muestran las actividades y costos aproximados requeridos para cuidar la zona de las fuentes de agua para la ciudad de Catamayo.

Cuadro a.1. Presupuesto para el primer año requerido para la protección de la zona en donde se encuentran las fuentes de agua para la ciudad de Catamayo.

Actividades	Unidad de medida	Requerimiento (#)	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Trabajos				
Reconocimiento y delimitación	Jornal	1,00	10,00	10,00
Cercado	Jornal	12,00	10,00	120,00
Materiales				
Alambre de púas	m	0,09	800,00	72,00
Grapas	Kg	1,00	4,00	4,00
Postes vivos	Unidad	0,40	50,00	20,00
Postes muertos	Unidad	0,30	50,00	15,00
Herramientas				
Martillos, barretas, etc.	Varios	1,00	60,00	60,00
Incentivos				
Pago por el costo de oportunidad a propietarios.	ha	0,03	90,00	2,70
Reposición	Varios	1,00	40,00	40,00
Asistencia	Ocupación	0,01	3600,00	36,00

técnica	anual (%)			
			Subtotal	379,70
			Imprevistos (5%)	18,98
			Total	398,68

Fuente: Autor.

Este presupuesto a partir del segundo año es menor, los costos se reducen por que ya sólo se realizarán trabajos de mantenimiento, reposición de postes y pagos por costos de oportunidad. Los costos por las actividades se reducen en 25%, mientras que el pago por costo de oportunidad se mantiene en un 100%.

El valor de mantenimiento estimado para el segundo año se muestra en el cuadro a.2.

Cuadro a.2. Presupuesto para el segundo año requerido para la protección de la zona en donde se encuentran las fuentes de agua para la ciudad de Catamayo.

Actividades	Unidad de medida	Requerimiento (#)	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Pago por el costo de oportunidad a propietarios.	ha	0,03	90,00	2,70
Reposición	Varios	1,00	30,00	30,00
Asistencia técnica	Ocupación anual (%)	0,01	2700,00	27,00
Alambre de púas	m	0,09	600,00	54,00
Grapas	Kg	1,00	3,00	3,00
Postes vivos	Unidad	0,40	37,50	15,00

Postes muertos	Unidad	0,30	37,50	11,25
			Subtotal	142,95
			Imprevistos (5%)	7,15
			Total	150,10

Fuente: Autor.

b. REFORESTACIÓN DE LAS ZONAS DE BAJA PRODUCTIVIDAD HIDROLÓGICA.

Por la realidad ecológica e hídrica del cantón Catamayo es urgente reforestar las zonas de importancia hidrológica en donde el cuidado del ambiente ha pasado a segundo plano.

Objetivo general:

Colaborar en la recuperación del potencial hidrológico en la ZIH en las microcuencas aportantes a través de la reforestación de las tierras donde existe predominancia de pastizal.

Objetivo específico:

Plantar árboles apropiados a las características del lugar, en zonas de pastizales y de baja productividad de las 5 microcuencas abastecedoras del SAH.

Resultados esperados:

- El potencial hidrológico de las microcuencas se mejora.
- Aumento de la biomasa de las zonas de importancia para prestar el servicio ambiental hídrico.
- En la zona donde hay ganado mejorar la producción de leche y carne por unidad de superficie.

Procedimiento para implementar la propuesta: Tomado de Rojas (2004).

- Lograr conciencia ambiental en los involucrados para incentivarlos a realizar prácticas silvopastoriles.
- Apoyar a los campesinos para la elección de las plantas a sembrar en sus terrenos. De preferencia se escogerán especies multifuncionales y especies de árboles grandes que tengan hoja amplia (condensadores naturales).
- Plantar las especies vegetales que han sido seleccionadas (200 plántulas por cada microcuenca). Estas plantaciones serán según las características del terreno, pueden ser: en bloque o linderos.
- Sembrar especies de gramíneas que soporten sequías y heladas.
- Abonar la zona, se recomienda utilizar el estiércol seco del ganado.
- Para que la nueva plantación sobreviva, es necesario invertir recursos para cercar las plántulas en bloque o individualmente, puede ser con alambre o empalizada.

Materiales:

Azadón, palas, barretas, estacas, nivel en A, machetes, plántulas, alambre de púas, flexómetro, martillos, etc.

Mantenimiento de la plantación:

Según el crecimiento de los árboles se debe realizar constantemente coronamientos, podas, limpieza, raleos de ser necesario, etc. Las podas generalmente se deben realizar a los 2 o 3 años de la plantación.

Presupuesto:

Las actividades y costos aproximados requeridos para establecer una hectárea de plantación en las microcuencas abastecedoras de agua, se indican en el siguiente cuadro.

Cuadro b1. Presupuesto requerido para establecer una hectárea de plantación en las zonas de importancia hidrológica de las microcuencas.

Actividades	Unidad de medida	Requerimiento (#)	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
1. Preparación del terreno				
a. Limpieza y señalamiento	Jornal	1,00	10,00	10,00
b. Hoyado	Jornal	30,00	10,00	300,00
c. Gasto por herramientas	Jornal equivalente	1,00	10,00	10,00
Subtotal 1				320,00
2. Plantación				
d. Plántulas	Plántula	1000,00	0,50	500,00
e. Transporte	Jornal	1,00	10,00	10,00
f. Distribución	Jornal	1,00	10,00	10,00
g. Plantación	Jornal	10,00	10,00	100,00
Subtotal 2				620,00

3. Protección				
h. Cercamiento individual	Jornal	10,00	10,00	100,00
i. Material de protección	Estacas	10000,00	0,05	500,00
Subtotal 3				600,00
4. Mantenimiento				
j. Coronamiento (2 veces)	Jornal	20,00	10,00	200,00
Subtotal 4				200,00
5. Asistencia técnica	Ocupación anual (%)	0,01	3600,00	36,00
Subtotal 5				36,00
6. Subtotal (1-5)				1776,00
7. Imprevistos (5%)				88,80
			Total / ha	1864,80

Fuente: Autor.

A partir del segundo año se debe tener en cuenta otros gastos concernientes a la realización de 5 talleres adicionales de capacitación y promoción con los involucrados; cada taller costará \$ 50, también se hará poda y raleo, para lo cual se necesita 5 jornales por microcuencia. Entonces a partir del segundo año se debe adicionar \$ 1500 para las 5 microcuencias.

ANEXO 5. Disposición de pago por parte de los usuarios del sistema de agua de Catamayo.

Cuadro 5.1. La disposición de pago por parte de los usuarios de agua en la ciudad de Catamayo.

Disposición de pago por parte de los usuarios de agua Catamayo		
	SI	NO
Disposición al pago adicional	49	1
Promedio del Valor adicional (USD)		-

Fuente: Autor

Cuadro 5.2. Encuestas realizadas y la cantidad que los usuarios estarían dispuestos a pagar.

Encuestas realizadas	Cantidad (\$)
1	0,20
2	0,05
3	0,10
4	0,10
5	0,15
6	0,20
7	0,15
8	0,15
9	0,10
10	0,15
11	0,15
12	0,05
13	0,15
14	0,15
15	0,05
16	0,05
17	0,05
18	0,10
19	0,05
20	0,10

21	0,05
22	0,10
23	0,10
24	0,05
25	0,05
26	0,05
27	0,10
28	0,10
29	0,10
30	0,05
31	0,10
32	0,05
33	0,10
34	0,04
35	0,05
36	0,15
37	0,20
38	0,05
39	0,02
40	0,02
41	0,20
42	0,15
43	0,10
44	0,05
45	0,10
46	0,20
47	0,05
48	0,15
49	0,30
TOTAL (\$)	5,08
PROMEDIO (\$)	0,104

Fuente: Autor.