UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

TESIS:

"VALORACION ECONOMICA AMBIENTAL DE LA OFERTA Y LA DEMANDA DEL RECURSO HIDRICO DEL BOSQUE PROTECTOR CUBILAN EN LA MICROCUENCA AGUILAN"

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE INGENIERO EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Autor: *César Aurelio Piñeda Armijos*

Director: *Ing. Zhofre Aguirre Mendoza. M. Sc.*

Asesores: *Ing. Aníbal González M. Sc.*
Ing. Luís Chalán

Loja – Ecuador
2 0 0 6

VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL DE LA OFERTA Y LA DEMANDA DEL RECURSO HÍDRICO DEL BOSQUE PROTECTOR CUBILÁN EN LA MICROCUENCA AGUILÁN.

TESIS DE GRADO.

Presentación al Tribunal Calificador como requisito para obtener el titulo de:

INGENIERO EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE.

En el Área de Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la

Universidad Nacional de Loja

APROBADA:

Ing. Felix Hernandez M. Sc. ……..

PRESIDENTE

Ing. Guillermo Chuncho M. Sc. ……..

VOCAL

Ing. Luis Sinche M. Sc. …….

VOCAL

Ing. Máx. Encalada M. Sc. …….

VOCAL

Ecólog. Katiuska Valarezo. ……..

VOCAL

Ing. Zhofre Aguirre Mendoza M. Sc.

CERTIFICA:

Que la tesis "Valoración económica ambiental de la oferta y la demanda del recurso hídrico del bosque protector Cubilán en la microcuenca Aguilán" de autoría del señor egresado César Aurelio Piñeda Armijos ha sido dirigida, revisada y aprobada en su integridad, por lo que autorizo a su publicación y defensa.

Loja, Abril del 2006.

Ing. Zhofre Aguirre Mendoza M. Sc.

DIRECTOR

Ing. Félix Hernández M. Sc.

CERTIFICA:

Que la tesis "Valoración económica ambiental de la oferta y la demanda del recurso hídrico del bosque protector Cubilán en la microcuenca Aguilán" de autoría del señor egresado César Aurelio Piñeda Armijos ha sido revisada y aprobada en su integridad, por lo que autorizo a su publicación.

Loja, Abril del 2006.

Ing. Félix Hernández M. Sc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

AUTORÍA:

Los resultados y opiniones vertidas en el presente trabajo de investigación son de exclusiva responsabilidad del autor.

Cesar Aurelio Piñeda Armijos

Emeil: cpinedaarmijos@yahoo.es

Dedicatoria

A mi padre, mi madre y mis hermanos con todo cariño, por guiarme a pensar en grande, para que las ideas crezcan; por guiarme a pensar que se puede y se podrá; y por guiarme a pensar en deseos fuertes ya que estos deseos producirán resultados poderosos.

AGRADECIMIENTOS:

Todo lo que se comienza, también, llega su fin. Antes de poner punto y final quiero expresar mi agradecimiento a todas las personas que han hecho posible de una manera u otra su inicio, desenlace y terminación del presente trabajo.

En primer lugar quiero expresar mí agradecimiento al Ing. Zhofre Aguirre, Director del proyecto por ofrecerme su confianza y la posibilidad de realizar este trabajo bajo su dirección, por su apoyo e infinita paciencia, y en especial por sus continuas "dosis de optimismo". Gracias también por haber introducido un tema tan comprometido con respecto al medio ambiente, que espero continuar aprendiendo y discutiendo.

Quiero agradecer al los asesores: Ing. Aníbal González e Ing. Luís Chalan, por todas sus recomendaciones en la elaboración de este trabajo y a los miembros del tribunal calificador: Ing. Félix Hernández, Ing. Máx. Encalada, Ing. Guillermo Chuncho, Ing. Luís Sinche y Ecolog. Katiuska Valarezo por su orientación en la parte final del trabajo.

Agradesco al Herbario "Reinaldo Espinosa" por ser un gran equipo de ingenieros, y ante todo son un gran equipo de compañeros y amigos de admirable crecimiento y expansión profesional.

Quiero expresar mí agradecimiento a Orlando Sánchez, gracias por atender toda clase de consultas, ruegos y preguntas (a veces cercanas a la pesadez), por siempre ahí y poder contar con vuestro apoyo científico, técnico, logístico e incluso "todo terreno".

Gracias a la fundación ECOHOMODE, por su disponibilidad para prestarme su ayuda ante multitud de problemas de diversa índole: ensayos, informática. De igual manera al Plan Estratégico de Azogues.

A mi familia, a ellos más que nadie que han sufrido mis altibajos de este periodo, creo que va hacer una liberación para vosotros no tener que preguntarle "¿qué tal va la tesis?" Y escuchar mis charlas. A mis hermanos (Juan, Santiago, flor y Roberto) por saber sacarme una sonrisa y rabieta en todo momento. A mi mamá y mi papá infinitamente gracias (a partir de ahora no contestare: "más o menos", sino "bien"), por animarme, apoyarme, aconsejarme y no se cuántas palabras más que empiezan con "a", en todo momento. A mis Tías y al resto de la familia, gracias por escucharme y por toda vuestra comprensión colaboración.

Gracias a todos ustedes puedo decir (ahora sí) se acabó.

I N D I C E

CONTENIDO	PAGINA
I. INTRODUCCIÓN	01
II. REVISIÓN DE LITERATURA.	04
2.1. VALORACIÓN ECONÓMICA DEL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES	04
2.1.1. Economía	05
2.1.2. Ecología	05
2.1.3. Medio Ambiente	06
2.1.4. Preservación	06
2.1.5. Conservación	06
2.1.6. Desarrollo Sostenible	07
2.2. LA ECONOMÍA CIRCULAR.	08
2.2.1. Enfoque Sobre la Valoración Económica de los Bienes, Servicios e Impactos Ambientales	12
2.3. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA BIODIVERSIDAD	14
2.3.1. Funciones Ecosistémicas	15
2.3.2. Bienes Ambientales	15
2.3.3. Servicios Ambientales	16
2.3.4. Impactos Ambientales	16
2.3.5. Diferencia entre Servicios Ambientales y Funciones Ecosistémicas	16
2.3.6. Diferencia entre Bienes Ambientales y Servicios Ambientales	18
2.4. BENEFICIOS PROPORCIONADOS POR LA	

VEGETACIÓN ARBÓREA 19

2.4.1. Beneficio no Ambientales 19

2.4.2. Beneficios Ambientales 20

2.5. VALORACIÓN DE BENEFICIOS AMBIENTALES. 21

2.5.1. Análisis Económico Ambiental 21

2.5.2. Externalidades 22

2.5.3. Valor Económico 24

2.5.3.1. Valor de uso directo. 24

2.5.3.2. Valor de uso indirecto 24

2.5.3.3. Valor de opción. 25

2.5.3.4. Valor de existencia 25

2.5.4. Técnicas de Valoración 26

2.5.4.1. Precios de mercado 27

2.5.4.2. Cambio en productividad 28

2.5.4.3. Método de valoración contingente 28

2.5.4.4. Método costo de viaje 28

2.5.4.5. Costo de oportunidad 29

2.5.4.6. Gastos de reemplazo o reposición 29

2.5.4.7. Gastos preventivos 29

2.5.4.8. Método hedónico 29

2.6. LESGISLACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL ECUADOR 30

2.7. ESTUDIOS RELACIONADOS CON LA VALORACIÓN ECONOMICA DE BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES EN EL SUR DEL ECUADOR 31

III. METODOLOGÍA 34

3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 34

3.1.1. Ubicación Geográfica 34

3.1.2. Características del Área de Estudio 36

3.2. MATERIALES. 37

3.3. METODOLOGÍA APLICADA PARA ALCANZAR LOS OBJETIVOS PROPUESTOS EN ESTE ESTUDIO. 38

3.3.1. Caracterizar Ecológicamente los Recursos Naturales de La Microcuenca Aguilán. 38

3.3.1.1. Análisis morfométrico. 38

3.3.1.2. Balance hídrico (Oferta hídrica). 39

3.3.1.2.1. Determinación del volumen de precipitación media anual total (Ppt) 39

3.3.1.2.2. Determinación del volumen de escurrimiento medio anual 41

3.3.1.2.3. Determinación del volumen de evapotranspiración media anual 41

3.3.1.2.4. Volumen de agua de infiltración en la microcuenca Aguilán (Oferta hídrica) 42

3.3.1.3. Caudal del agua en la Microcuenca

Aguilán. 43

3.3.1.4. Calidad del agua de la microcuenca Aguilán. 44

3.3.1.5. Estudio de la cobertura vegetal. 46

3.3.1.6. Endemismo y estado de conservación. 49

3.3.1.7. Determinación de la zona de importancia hídrica. 50

3.3.1.8. Caracterización de la Fauna. 51

3.3.1.9. Muestreo de suelos. 52

3.3.1.10. Diagnóstico agro socioeconómico. 53

3.3.2 Valoración Económica del Servicio Ambiental Hídrico del Bosque Protector Cubilán. 54

3.3.2.1. Valorización de la oferta hídrica. 54

3.3.2.2. Valor de la productividad hídrica de la zona de importancia hídrica (ZIH) o costo de captación de agua. 55

3.3.2.3. Valor de protección y mantenimiento. 56

3.3.2.4. Valor de recuperación. 57

3.3.2.5. Valor del agua según su uso (Insumo de producción). 58

3.3.2.6. Valor de los costos administrativos y de operación. 59

3.3.2.7. Valorización de la demanda hídrica mediante el método de valorización contingente (valor de opción). 59

3.3.2.8. Balance hídrico en términos económicos de la zona de la microcuenca aguilán. 61

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 62

4.1. CARACTERIZAR ECOLÓGICAMENTE LOS RECURSOS NATURALES DE LA MICROCUENCA AGUILÁN. 62

4.1.1. Análisis Morfométrico de la Microcuenca Aguilán 62

4.1.2. Balance Hídrico (Oferta Hidrica de La Microcuenca Aguilán) 64

4.1.2.1 Determinación del volumen de Precipitación media total 64

4.1.2.2. Volumen de ecurrimiento medio anual 67

4.1.2.3. Volumen de evapotranspiración 67

4.1.2.4. Volumen de agua de infiltración (Oferta hídrica) 70

4.1.3. Caudal Generado en la Microcuenca Aguilán 71

4.1.4. Calidad del Agua de La Microcuenca Aguilán 74

4.1.5. Enfermedades Producidas por El Consumo del Agua de La Microcuenca Aguilán 76

4.1.6. Cobertura Vegetal 78

4.1.6.1. Cobertura vegetal en la microcuenca aguilán 78

4.1.6.2. Caracterización de los tipos de cobertura 83

4.1.6.2.1. Bosque denso 83

4.1.6.2.1.1. Estrato arbóreo 83

4.1.6.2.1.1 Estrato arbustivo 84
4.1.6.2.2. Matorral 85
4.1.6.2.3. Páramo 85
4.1.6.2.4. Pastizal 86
4.1.6.2.5. Pastizal más cultivo 86
4.1.6.2.6. Plantación de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) 86
4.1.6.2.7. Plantación de Pino (*Pinus patula*) 87
4.1.6.3. Endemismo y categorías de amenaza 88
4.1.7. Importancia de la Vegetación para la Provisión del Servicio Ambiental Hidrológico 89
4.1.7.1. Zona de importancia hidrológica 93
4.1.8. Caracterización de la Fauna 96
4.1.8.1. Aves 96
4.1.8.2. Mamíferos 97
4.1.9. Caracterización de los Suelos 99
4.1.9.1. Caracterización de los perfiles en los diferentes tipos de cobertura vegetal de la microcuenca Aguilán 100
4.1.9.1.1. Perfil 1. Páramo 100
4.1.9.1.2. Perfil 2. Suelo del bosque 102
4.1.9.1.3. Perfil 3. Suelo de Matorral 103
4.1.10. Diagnostico Agrosocieconómico 104
4.1.10.1. Historia agraria de la microcuenca aguilán 105

4.1.10.2. Población 107

4.1.10.3. Instituciones y organizaciones 108

4.1.10.4. Distribución de la tierra 109

4.1.10.5. El trabajo 109

4.1.10.6. El capital 110

4.1.10.7. Cultivos que practican 110

4.1.10.8. Crianza de ganado 110

4.1.10.9. Indicadores económicos 111

4.1.11. Percepciones Ambientales 111

4.1.12. Problemas Ambientales 112

4.1.12.1. Quemas 112

4.1.12.2. Sobre pastoreo 112

4.1.12.3. Invasiones 113

4.2. VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO AMBIENTAL HÍDRICO DEL BOSQUE PROTECTOR CUBILÁN 113

4.2.1. Valoración de la Oferta Hídrica 114

4.2.1.2. Oferta hídrica de la zona de importancia hídrica (ZIH) y de la cobertura vegetal del bosque protector cubilán en la microcuenca Aguilán 114

4.2.2. Valoración Económica de la Oferta Hídrica de la Zona de Importancia Hídrica (ZIH) 116

4.2.2.1. Valor de productividad hídrica de la ZIH o valor de captación 116

4.2.2.2. Valor de protección y mantenimiento en la Zona de Importancia hídrica 119

4.2.2.3. Valor de recuperación en la Zona de Importancia hídrica 122

4.2.2.4. Valor del agua como insumo de la producción 124

4.2.2.5. Valor de los costos administrativos y de operación 126

4.2.2.6. Integración de los componentes para la valoración del recurso hídrico 127

4.2.3. Demanda Hídrica de la Microcuenca 129

4.2.4. Disposición a Pagar DAP de las Personas de la Comunidad para Contribuir al Proyecto de Conservación y Manejo de la Zona de Importancia Hídrica 130

4.2.5. Balance Hídrico en Términos Económicos de la Microcuenca Aguilán 134

V. CONCLUSIONES 139

VI. RECOMENDACIONES 142

VII. RESUMEN 143

VIII. BOBOPGRAFÍA 147

IX. APENDICE 151

INDICE DE CUADROS

CONTENIDO		PAGINA
Cuadro 1.	Analisis morfométrico de la microcuenca Aguilán.	63
Cuadro 2.	Datos de precipitación por el método de Isoyetas de la microcuenca Aguilán.	65
Cuadro 3 .	Datos de temperatura por el método de Isotermas en la microcuenca Aguilán.	63 68
Cuadro 4.	Balance hídrico (Oferta hídrica de la Microcuenca Aguilán)	70
Cuadro 5 .	Caudales de agua de las diferentes localidades en la microcuenca Aguilán.	71
Cuadro 6.	Resultados del análisis de la calidad de agua de la microcuenca Aguilán y los parámetros comparables de la normativa ecuatoriana.	75
Cuadro 7.	Calidad del agua de la microcuenca Aguilán.	76
Cuadro 8.	Tipos de cobertura vegetal existentes en la microcuenca Aguilán con sus respectivas superficies y porcentajes.	79
Cuadro 9.	Tipos de cobertura vegetal del Bosque Protector Cubilán.	82
Cuadro 10.	Especies nativas que se encuentra creciendo bajo el dosel de la plantación de *Eucalyptus globulus* en la microcuenca Aguilán.	87
Cuadro 11.	Especies nativas que se encuentra creciendo en las plantaciones de *Pinus patula* en la microcuenca Aguilán.	88
Cuadro 12.	Endemismo y categorías de amenaza en la microcuenca	

	Aguilán.	89
Cuadro 13.	Importancia de la cubierta vegetal para la provisión del servicio ambiental hidrológico en la microcuenca Aguilán	90
	Lista de mamíferos existentes en la microcuenca Aguilán.	
Cuadro 14.	Tipos de cobertura vegetal y uso actual del suelo en la Zona de Importancia Hidrológica (ZIH) en la microcuenca Aguilán y su superficie que ocupa, índice de protección hidrológica e importancia para la provisión del servicio ambiental hidrológico (SAH) que les corresponde.	94
Cuadro 15.	Lista de mamíferos existentes en la microcuenca Aguilán.	97
Cuadro 16.	Instituciones y organizaciones que intervienen en la microcuenca.	108
Cuadro 17.	Oferta de agua de la Zona de Importancia Hídrica en la Microcuenca Aguilán.	115
Cuadro 18.	Costos de oportunidad de la zona de importancia hídrica según uso potencial.	116
Cuadro 19.	Valor de la productividad hídrica en la microcuenca Aguilán.	118
Cuadro 20.	Costos de protección y mantenimiento en la ZIH.	120
Cuadro 21.	Valor de la protección y Mantenimiento del la ZIH.	121
Cuadro 22	Costos de restauración de los ecosistemas degradados en la ZIH.	123
Cuadro 23	Valor de restauración del área en conflicto de la ZIH.	123
Cuadro 24	Valor del agua como insumo de producción en la agricultura.	126

Cuadro 25 Integración de los componentes de la valoración económica ambiental 128

Cuadro 26 Demanda hídrica de la microcuenca Aguilán según usos del agua. 129

Cuadro 27 Balance hídrico en términos económicos para la microcuenca Aguilán. 135

Cuadro 28 Balance hídrico en términos económicos para la microcuenca Aguilán con el valor real del agua. 136

INDICE DE TABLAS

CONTENIDO **PAGINA**

Tabla 1.	Diferencias entre servicios ambientales y funciones ecosistémicas	17
Tabla 2.	Bienes ambientales y servicios ambientales.	18
Tabla 3.	Valor Económico Total (VET) de los bienes ambientales.	26
Tabla 4.	Técnicas para la valoración económica de bienes y servicios ambientales.	27
Tabla 5.	Parámetros para determinar la calidad de agua de la microcuenca Aguilán	45
Tabla 6.	Características para determinar la calidad del agua de la microcuenca Aguilán.	46
Tabla7.	Fórmulas para calcular los parámetros ecológicos de la vegetación de la microcuenca Aguilán.	49
Tabla 8.	Parámetros para determinar la importancia de la cobertura vegetal para brindar el servicio hídrico.	50

.

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO **Pagina**

Figura 1. Sistema circular de los recursos naturales. 9

Figura2. Economía Circular. 11

Figura 3. Elementos de Enfoque de Mercado. 12

Figura 4. Costos versus beneficios por el uso de Recursos Naturales. 14

Figura 5. Externalidades a nivel de una cuenca hidrográfica. 23

Figura 6. Ubicación geográfica de la zona de estudio y mapa base. 35

Figura 7. Mapa de isoyetas de la microcuenca Aguilán. 66

Figura 8. Mapa de isotermas de la microcuenca Aguilán. 69

Figura 9. Mapa de sitios de captación de agua la microcuenca Aguilán. 72

Figura 10. Caudales generados por la microcuenca Aguilán y comunidades que utilizan el recurso. 73

Figura11. Planta de captación y tratamiento del agua para la comunidad de Aguilán. 74

Figura 12. Enfermedades producidas por el consumo de agua en la Microcuenca Aguilán. 77

Figura 13. Vista panorámica de la microcuenca Aguilán. 78

Figura 14. Porcentajes de cada categoría de cobertura vegetal de la microcuenca Aguilán. 79

Figura 15. Mapa de cobertura vegetal de la microcuenca Aguilán. 81

Figura 16. Porcentajes de la cubierta vegetal del Bosque Protector

Cubilán. 82

Figura 17. Mapa que muestra zona de importancia hídrica de la microcuenca Aguilán. 95

Figura 18. Esquema del perfil de suelo del páramo. 101

Figura 19. Esquema del perfil del suelo de bosque. 102

Figura 20. Esquema del perfil de matorral. 103

Figura 21. Zona agropecuaria de la microcuenca Aguilán. 105

ÍNDICE DEL APÉNDICE

INDICE DE CUADROS

CONTENIDO **PAGINA**

Cuadro 1. Fórmulas para el cálculo del análisis morfométrico. 152

Cuadro 2. Árboles por hectárea, densidad relativa, dominancia relativa e Índice de valor de importancia de las especies existentes en el bosque de la microcuenca Aguilán. 154

Cuadro 3. Número de individuos por hectárea de la regeneración natural existente en el bosque denso de la microcuenca Aguilán. 155

Cuadro 4. Densidad por hectárea del estrato arbustivo en el bosque denso de la microcuenca Aguilán. 156

Cuadro 5. Densidad por hectárea de las especies existentes en el matorral arbóreo ralo en la microcuenca Aguilán. 157

Cuadro 6. Densidad por hectárea de las especies existentes en el páramo de la microcuenca Aguilán. 158

Cuadro 7. Especies existentes en los pastizales de la microcuenca Aguilán. 159

Cuadro 8. Listado de aves en la microcuenca Aguilán. 160

Cuadro 9. Valor agregado neto de los sistemas de producción en la Microcuenca Aguilán. 162

Cuadro 10. Ingresos anuales de los sistemas de producción en la microcuenca Aguilán. 162

INDICES DE TABLAS

CONTENIDO **PAGINA**

Tabla 1.	Precipitación mensual estación meteorológica Cañar.	163
Tabla 2.	Precipitación mensual estación meteorológica Biblián.	164
Tabla 3.	Precipitación mensual estación meteorológica Paute.	165
Tabla 4.	Precipitación mensual estación meteorológica Río Mazar Ribera.	166
Tabla 5.	Precipitación mensual mensual de la microcuenca Aguilán	167
Tabla 6.	Temperatura mensual estación meteorológica de Cañar.	168
Tabla 7.	Temperatura mensual estación meteorológica Biblián.	169
Tabla 8.	Temperatura mensual estación meteorológica Paute.	170
Tabla 9.	Temperatura mensual de la microcuenca Aguilán	171
Tabla 10.	Valores del coeficiente de escurrimiento.	172
Tabla 11.	Valores del coeficiente de escurrimiento de la cobertura vegetal de la microcuenca Aguilán	172
Tabla 12.	Límites máximos permisibles para agua de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional	173

INDICE DE FIGURAS

CONTENIDO **PAGINA**

Figura 1. Encuesta para determinar la importancia del recurso hídrico. 175

Figura 2. Encuesta utilizada para obtener la disposición de pago por parte de los usuarios del agua en la microcuenca aguilán. 176

Figura 3. Coeficiente de evapotranspiración de la microcuenca Aguilán 178

Figura 4. Esquema del perfil de cultivos. 179

Figura 5. Esquema del perfil del pastizal. 180

Figura 6. Esquema del perfil de suelo en una plantación de eucalipto. 181

Figura 7. Esquema del perfil de la plantación de Pino. 182

Figura 8. Alternativas de protección, mantenimiento y recuperación del área abastecedora de agua en la microcuenca aguilán. 183

Figura 9. Percepción de los beneficios ambiéntales que brinda la cubierta vegetal del Bosque a la población de Aguilán. 194

Figura 10. Fuente de abastecimiento de los pobladores de la microcuenca Aguilán. 193

Figura 11. Usos del agua por parte de los pobladores de la

Microcuenca Aguilán. 194

Figura 12. Conocimiento de la población acerca de la escasez del agua por pérdida de la cubierta vegetal. 194

Figura 13. Importancia para los pobladores del recurso agua. 194

Figura 14. Percepción de la calidad de agua de la población de Aguilán. 194

Figura 15. Disposición de ayudar económicamente a la conservación del bosque Protectora Cubilán. 195

Figura 16. Disposición de pago mensual por parte de la muestra de pobladores de la microcuenca Aguilán. 195

Figura 17. Sexo de la muestra de pobladores de la Microcuenca Aguilán. 195

Figura 18. Rango de edades de la muestra. 195

Figura 19. Educación de los pobladores de la Microcuenca Aguilán. 195

Figura 20. Ocupación Porcentual de la Comunidad Aguilán. 194

Figura 21. Ingresos de los pobladores de la Microcuenca Aguilán. 196

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas que soportan las poblaciones urbanas y rurales en el Ecuador, es la escasez de agua para consumo humano y riego, debido al acelerado proceso de deforestación de los bosques en las partes altas y a la degradación de los páramos por las constantes quemas y el sobrepastoreo, tomando en cuenta que la principal función de estos ecosistemas es la regulación hídrica.

Esto ha despertado la preocupación de municipios, organizaciones campesinas y organizaciones no gubernamentales para desarrollar acciones encaminadas a proteger los bosques y páramos para que mantengan su capacidad en la regulación de la cantidad y calidad de agua.

En este contexto la microcuenca Aguilán en la provincia de Cañar es una zona que posee una riqueza importante en recursos naturales, donde hasta el momento el agua se considera como un recurso abundante y gratis. Generalmente las tarifas del agua potable, riego y generación de energía hidroeléctrica se estiman en base al valor de los recursos invertidos desde su captación, conducción hasta la disposición al consumidor; sin considerar los costos ambientales que siempre son altos, debido a la destrucción de la flora y fauna, al que se suma el tratamiento de aguas residuales y los costos en la protección de las cuencas hidrográficas, que es donde se genera este recurso natural.

En todo estudio de valorización económica es un requisito fundamental contar con información del estado actual de los recursos naturales de manera especial el agua tema de esta investigación. Es por ello que en esta investigación se considera que es necesario primero estimar los parámetros físicos y luego los económicos. A medida que los usuarios conozcan el estado del recurso hídrico, ellos estarán comprometidos y dispuestos a participar en su conservación.

El presente estudio de VALORACION ECONOMICA AMBIENTAL DE LA OFERTA Y LA DEMANDA DEL RECURSO HIDRICO DEL BOSQUE PROTECTOR DE CUBILAN EN LA MICROCUENCA DE AGUILAN, ubicada en Azoguez provincia de Cañar, es importante porque cubre áreas donde se originan vertientes que alimentan las cuencas del río Cañar y Paute que aportan caudales para la Central Hidroeléctrica de Paute, la mayor productora de energía eléctrica para el desarrollo del Ecuador.

Este trabajo contiene la caracterización de la microcuenca, sus recursos existentes, biodiversidad, beneficios forestales, valoración ambiental, destaca la importancia de la presencia del recurso hídrico y la conservación del mismo como único capital que garantiza la producción agropecuaria. Además es cierto que existen trabajos sobre el tema, sin embargo, éste servirá como base o complemento para futuras investigaciones.

Los objetivos propuestos para la presente investigación fueron:

Objetivo general.

- Contribuir a la valoración de los Recursos Naturales de la Micro Cuenca de AGUILAN, como un mecanismo de reconocer económicamente el valor de un servicio ambiental.

Objetivos específicos:

- Caracterizar ecológicamente los Recursos Naturales de la Micro-Cuenca AGUILAN.
- Valorar económicamente el servicio ambiental hídrico del bosque protector CUBILAN.

La investigación se realizó entre mayo del 2004 y mayo del 2005 en la microcuenca Aguilán, cantón Azogues, provincia del Cañar.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Para valorar económicamente los bienes y servicios ambiental es necesario conocer sus conceptos, metodologías que valoran los servicios ambientales y experiencias de estudios realizados sobre este tema, los cuales se abordan a continuación.

VALORACIÓN ECONÓMICA DEL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES

La degradación del ambiente y de los recursos naturales, conocidos también bajo el nombre de bienes y servicios ambientales, puede ser ocasionada por un excesivo desarrollo económico o por un desarrollo económico insuficiente. El crecimiento de la población, la extensión de los asentamientos; humanos y la industrialización provocan creciente contaminación en los factores físico-naturales más importantes para la supervivencia de las especies vivas: el aire, el agua y el suelo. Estos problemas son el resultado de un desarrollo inadecuado y parte de su solución se encuentra en un crecimiento económico bien planificado (Barzev, 2002).

Sin embargo, el crecimiento económico por sí mismo, frecuentemente ocasiona degradación del medio ambiente y de los recursos naturales. Proyectos como la construcción de presas o carreteras. Por ejemplo, requieren de la reubicación de gran cantidad de personas, provocando problemas sociales, ambientales y económicos. A la vez incrementan los riesgos de daños en caso de

desastres naturales por una inadecuada reubicación o expansión de los asentamientos humanos (Barzev, 2002).

Dicho de otra manera, para poder tomar decisiones sobre el uso *y* aprovechamiento de los recursos naturales y el medio ambiente se necesita la generación de indicadores cuantitativos. Los expertos en las ciencias naturales generan los indicadores físicos y los expertos en economía los expresan en términos monetarios, haciendo en conjunto, las recomendaciones sobre el uso potencial de los recursos naturales (Barzev, 2002).

Antes de proceder a analizar cualquier tema relacionado con la Valoración Económica de los recursos naturales y el medio ambiente, es necesario aclarar y establecer algunos términos y conceptos que son la base teórica de los Métodos de Valoración Económica presentados en este documento y que frecuentemente son mal interpretados:

Economía

Viene del latín y significa administración de la casa. Ciencia que estudia los procesos de producción, distribución, comercialización y consumo de bienes y servicios (Barzev, 2002).

Ecología

Viene del latín y significa *Conocimiento de la casa.* Ciencia que estudia las relaciones entre los seres vivos y las de éstos con el ambiente o el

entorno. Es el estudio de la estructura y función de la naturaleza. El estudio de los ecosistemas (Barzev, 2002).

Medio Ambiente

Complejo de factores físico-naturales, artificiales, sociales, culturales, económicos y estéticos que afectan a los individuos y a las comunidades humanas y determinan su forma, carácter, relaciones y sobre vivencia (Barzev, 2002).

Preservación

Manutención de las condiciones origínales de los recursos naturales y del ambiente en general, reduciendo al mínimo o eliminando la intervención humana. (Barzev, 2002).

Conservación

Gestión de utilización de la biosfera por el ser humano de modo que se logre de forma sostenida el mayor beneficio actual, asegurando su potencial para satisfacer las necesidades de las futuras generaciones. Comprende acciones destinadas a la preservación, mantenimiento, utilización sostenida, restauración y mejoramiento del ambiente natural (UICN, 1980)

Desarrollo Sostenible

Desarrollo orientado *a* satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas, Comprende la conciliación de almenos las siguientes condiciones y estrategias:

- Crecimiento económico endógeno**,** socialmente compatible.
- Aumento de equidad social nacional e internacional.
- Disminución de las altas tasas de crecimiento poblacional.
- Conservación y aumento de bases de recursos.
- Reducción de la utilización de energía y recursos naturales en el crecimiento.
- Cambios institucionales para integrar al ambiente con la *economía en* la toma de decisiones.

La definición de estos conceptos ayuda a aclarar que los recursos naturales son los insumos de cualquier actividad, económica desarrollada por el hombre y es imposible dejar de utilizarlos porque implicaría para la humanidad dejar de producir, alimentarse y por ende, vivir (Barzev, 2002).

Por tanto, sería imposible, salvo en algunos casos en particular pensar en preservación. En la mayoría de los casos es necesario pensar en la *conservación* de los recursos naturales o mejor dicho, en su uso racional y sostenible.

Igualmente, es importante resaltar que el medio ambiente no se puede tratar de forma separada de los otros sectores de la economía. Más bien es un elemento transversal, es todo lo que nos rodea, incluyendo a la especie humana.

La ecología estudia los ecosistemas y provee la información física cuantitativa y cualitativa. La economía *(ambiental)* cuantifica, en términos monetarios, los flujos de insumos y servicios provenientes de éstos y los impactos *(externalidades),* positivos y negativos, sobre el entorno resultante de las actividades económicas humanas.

Para concluir, se puede decir que las técnicas utilizadas por el economista ambiental son novedosas porque tratan de expandir el análisis económico tradicional incluyendo en el sistema de mercado los bienes y servicios no transables (recursos naturales sin precio de mercado, así como también las externalidades o impactos ambientales) (Barzev, 2002).

LA ECONOMÍA CIRCULAR

La "economía circular" es un concepto novedoso que a diferencia de la economía tradicional, involucra en el análisis económico los bienes y servicios ambientales, siendo éstos los insumos y materias primas de cualquier actividad productiva; y también el sumidero de los desechos generados por su explotación y uso.

Para comprender el concepto de economía circular se puede analizar, en primer lugar, solo los flujos físicos (figura 1). Como ya se ha mencionado, los recursos naturales (R) son los insumos de cualquier actividad productiva, son la materia prima para el funcionamiento de cualquier sistema productivo (Barzev, 2002).

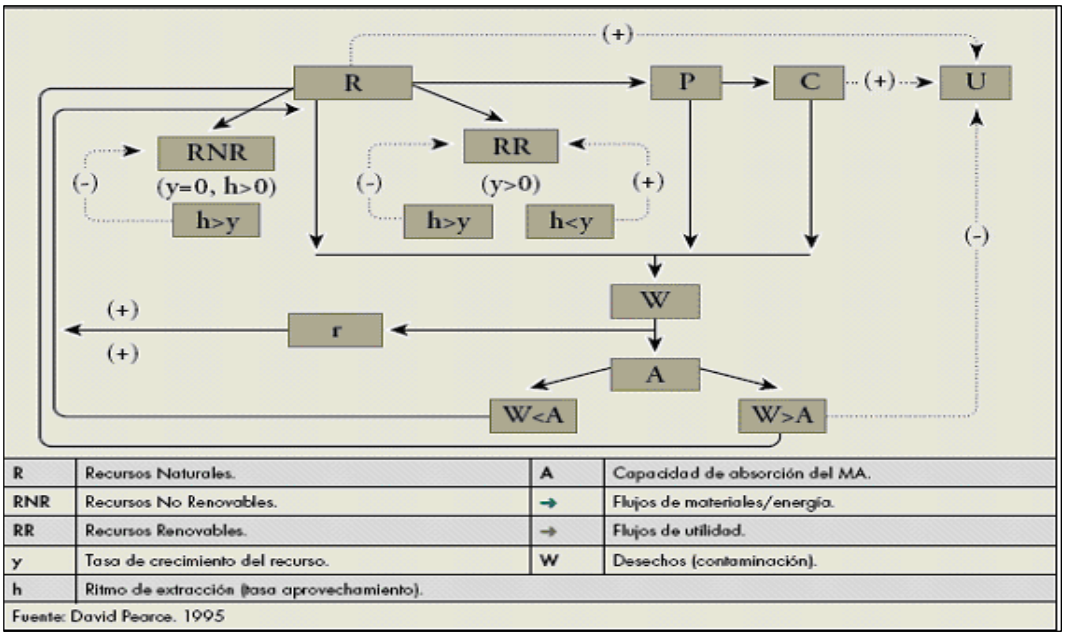

Figura 1. Sistema circular de los recursos naturales.

El enfoque económico tradicional se preocupa únicamente del tipo de recurso a extraer, de como producirlo para optimizar los beneficios, dónde distribuirlo y venderlo para maximizar las utilidades. Este enfoque es meramente lineal porque empieza en la extracción del recurso, pasa por su transformación y termina en el consumo (Barzev, 2002).

Sin embargo, para garantizar la sostenibilidad en el uso del recurso natural hay que considerar otros aspectos en cuanto a su aprovechamiento. Los recursos se dividen en renovables y no renovables. Esto implica lo siguiente:

La sostenibilidad de los recursos renovables depende de la tasa de extracción (h). Si la tasa de extracción es mayor que la tasa de crecimiento del recurso (y), éste se extinguirá; viceversa, si la tasa de extracción es menor que la tasa de crecimiento, se permite la regeneración del recurso y se hace sostenible su explotación.

La sostenibilidad en el uso de los recursos no renovables depende principalmente de la velocidad de extracción. O sea, cuanto más rápido se extrae, más rápido se extingue, pues estos recursos no se pueden reproducir. La sostenibilidad depende, por lo tanto, de un nivel tecnológico que permita una mayor eficiencia en el aprovechamiento del recurso y un ritmo más lento de su extracción.

La conclusión más importante es entonces que el medio ambiente (ecosistemas, áreas protegidas, cuencas hidrográficas, etc.) genera los recursos naturales (bienes y servicios ambientales) que son las materias primas e insumos de los procesos productivos humanos. Pero, a la vez, el medio ambiente es el receptor de los desechos generados en este proceso de extracción, transformación, distribución y uso de los recursos naturales (Barzev, 2002).

Parte de la contaminación generada (W) es absorta y reciclada de manera natural por el ecosistema. Si la contaminación es mayor que la capacidad de carga del ecosistema A, éste se satura y su capacidad de producir bienes y servicios ambientales se reduce. Por tanto, el uso de los bienes y servicios ambientales (BSA) genera beneficios para la sociedad, pero la emisión de desechos genera impactos negativos, que se traducen en costos (Barzev, 2002).

El uso sostenible de los recursos se logra cuando los beneficios económicos son mayores que los costos de producción sumados a los costos ambientales generados por la contaminación (Barzev, 2002).

El flujograma económico en la figura 2 permite visualizar el concepto de "economía circular".

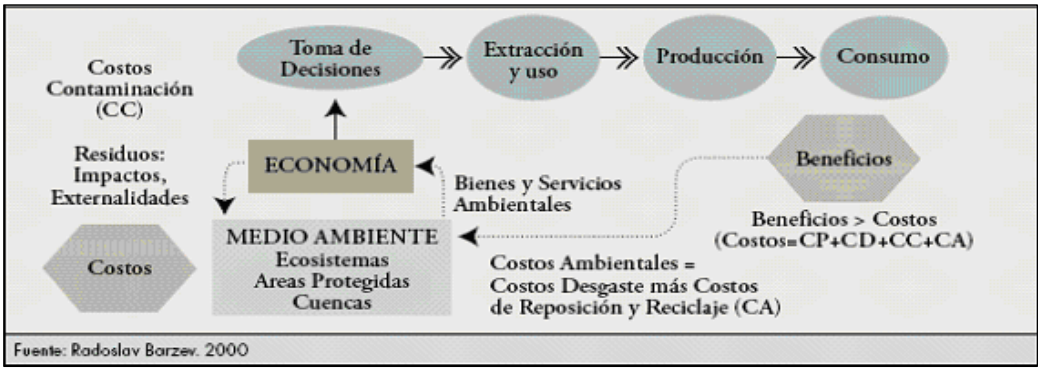

Figura 2. Economía Circular.

Considerando el modelo social y económico actual, las decisiones sobre qué producir, cómo producir y dónde distribuir se toman en el ámbito económico.

Tradicionalmente no se considera los impactos ambientales sobre la productividad de los ecosistemas. Por esto es importante introducir, dentro del análisis económico, los efectos de la actividad humana sobre la naturaleza, siendo ésta la fábrica donde se generan los bienes y servicios ambientales, también conocidos como materias primas o insumos (Barzev, 2002).

2.2.1. Enfoque Sobre la Valoración Económica de los Bienes, Servicios e Impactos Ambientales

El enfoque principal se puede resumir en tres elementos que se presentan en la Figura 3.

Indicadores Físicos		Indicadores Económicos		Evaluación Económica y Social
Mediciones físicas de los recursos naturales	→	Cuantificación monetaria de los indicadores físicos	→	Determinar la viabilidad económica y social de hacer conservación
Fuente: Radoslav Barzev. 2000				

Figura. 3. Elementos de Enfoque de Mercado.

Los elementos del enfoque son:

1) Indicadores Físicos

Los recursos naturales (bienes y servicios ambientales) tienen interacción física entre sí y, por lo tanto, se necesita generar indicadores físicos ambientales.

2) Indicadores Económicos

Basándose en los indicadores físicos y a través de los diferentes métodos de valoración económica se asigna valor de mercado a estos BSA (precios de mercado), obteniendo así los indicadores económicos ambientales.

3) Evaluación Económica y Social

Se hace una evaluación financiera, económica y social para determinar si es rentable aprovechar de manera sostenible los recursos naturales y la forma de hacerlo. Si los beneficios de la explotación de los recursos superan los costos de explotación sumados a los costos de contaminación, es viable dar un uso económico sostenible a los recursos y se puede financiar su conservación.

Otra consideración importante para la comprensión de la teoría detrás de la valoración económica, como se ha explicado, es que los recursos naturales pueden ser tangibles o no tangibles. Los bienes ambientales o productos son tangibles, como, por ejemplo, el agua; mientras que los servicios ambientales son intangibles, como, la captación del agua. Los impactos ambientales (calidad del agua) pueden ser tangibles o intangibles porque son directa, o indirectamente medibles (Barzev, 2002).

En la figura 4 se observa que los bienes y servicios ambientales tienen costos de explotación y generan beneficios por su aprovechamiento. Los impactos

ambientales pueden ser negativos o positivos y generan, por tanto, costos y beneficios ambientales. Para que sea sostenible el aprovechamiento de los recursos naturales la suma de los beneficios debe superar la suma de los costos (Barzev, 2002).

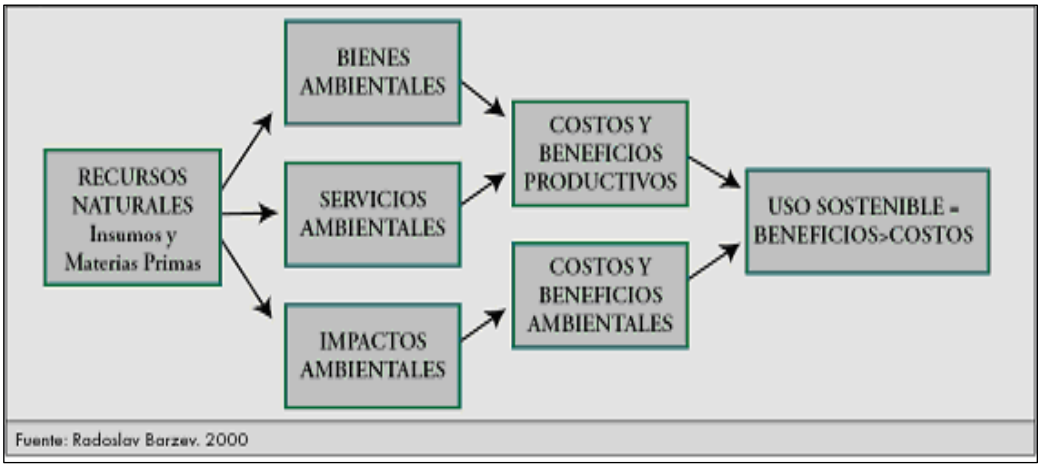

Figura 4. Costos versus beneficios por el uso de Recursos Naturales.

2.3. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA BIODIVERSIDAD

De manera general, la biodiversidad se puede describir en términos *de genes, especies y ecosistemas* que corresponden a los tres niveles fundamentales y jerárquicos de organización biológica.

La biodiversidad *genética* es la suma de la información contenida en los genes de los individuos de plantas, animales y microorganismos.

Las *especies* son la población en la cual cada flujo de genes ocurre bajo condiciones naturales.

La diversidad *ecosistémica* se refiere a los distintos hábitats, comunidades bióticas y procesos ecológicos en la biosfera, así como la diversidad en los ecosistemas (Barzev, 2002).

Sin embargo, para efectos de valoración, la siguiente caracterización de los bienes de biodiversidad permitirá expresar su valor en el mercado, ya que para éstos existen usos actuales y potenciales (Barzev, 2002).

2.3.1. Funciones Ecosistémicas

Son las relaciones (flujos energéticos) entre los distintos elementos de un ecosistema.

2.3.2. Bienes Ambientales

Son los recursos tangibles utilizados por el ser humano como insumos en la producción o en el consumo final y que se gastan y transforman en el proceso.

2.3.3. Servicios Ambientales

Tienen como principal característica que no se gastan y no se transforman en el proceso, pero generan indirectamente utilidad al consumidor, como, por ejemplo, el paisaje que ofrece un ecosistema. Son las funciones ecosistémicas utilizadas por el hombre y al que generan beneficios económicos (Barzev, 2002).

2.3.4. Impactos Ambientales

También conocidos como externalidades, son el resultado o el efecto de la actividad económica de una persona sobre el bienestar de otra (Barzev, 2002).

2.3.5. Diferencia entre Servicios Ambientales y Funciones Ecosistémicas

En la tabla 1 se observa la diferencia entre los servicios ambientales y las funciones ecosistémicas. Las funciones ecosistémicas son las relaciones entre los elementos del ecosistema y originan los servicios ambientales. En otras palabras, los servicios ambientales son las funciones ecosistémicas que utiliza el hombre (Barzev, 2002).

Tabla 1. Diferencias entre servicios ambientales y funciones ecosistémicas.

Nº	Servicios Ambientales	Funciones	Ejemplos
1	Regulación de Gases.	Regulación de composición química atmosférica.	Balance C02/02, SOx niveles.
2	Regulación de Clima.	Regula temperatura global, precipitación y otros procesos climáticos locales y globales.	Regulación de gases de efectos invernaderos.
3	Regulación de disturbios.	Capacidad del ecosistema de dar respuesta y adaptarse o fluctuaciones ambientales.	Protección de tormentas, inundaciones, sequías, respuesta del hábitat a cambios ambientales, etc.
4	Regulación hídrica.	Regulación de los flujos hidrológicos.	Provisión de agua (riego, agroindustria, transporte acuático).
5	Oferta de agua.	Almacenamiento y retención de agua.	Provisión de agua mediante cuencas reservorios y acuíferos.
6	Retención de sedimentos y control de erosión.	Retención del suelo dentro del ecosistema.	Prevención de la pérdida de suelo por viento, etc., almacenamiento de agua en lagos y humedales.
7	Formación de suelos.	Proceso de formación de suelos.	Meteorización de rocas y acumulación de materia orgánica.
8	Reciclado de nutrientes.	Almacenamiento, reciclado interno, procesamiento y adquisición de nutrientes.	Fijación de nitrógeno, fósforo, potasio, etc.
9	Tratamiento de residuos.	Recuperación de nutrientes móviles, remoción y descomposición de excesos de nutrientes y compuestos.	Tratamiento de residuos, control de contaminación y desintoxicación.
10	Polinización.	Movimiento de gametos florales.	Provisión de polinizadores para reproducción de poblaciones de plantas.
11	Control biológico.	Regulación trófica dinámica de poblaciones.	Efecto predador para el control de especies, reducción de herbívoros por otros predadores.
12	Refugio de especies.	Hábitat para poblaciones residentes y migratorias	Semilleros, hábitat de especies migratorias, locales.
13	Producción de Alimentos.	Producción primaria bruta de bienes extractables.	Producción de peces, gomas, cultivos, frutas, etc.
14	Materia prima.	Producción bruta primaria extractable de materias primas.	Producción de madera, leña y forrajes.
15	Recursos genéticos.	Fuentes de material biológico y productos únicos.	Medicina y productos para el avancé científico, genes de resistencia a patógenos y pestes de cultivos, etc.
16	Recreación.	Proveer oportunidades por actividades recreacionales.	Ecoturismo, pesca deportiva, etc.
17	Cultural.	Proveer oportunidades para usos no comerciales.	Estética, artística, educacional, espiritual, valores científicos del ecosistema.

Fuente: Barzev, 2000.

2.3.6. Diferencia entre Bienes Ambientales y Servicios Ambientales

Los servicios ambientales son funciones ecosistémicas (no tangibles) y los bienes ambientales son las materias primas que utiliza el hombre en sus actividades económicas (tangibles).

Existen miles de bienes y servicios ambientales, a continuación en la tabla 2 se presenta ejemplos de bienes y servicios de un ecosistema forestal, siendo sujeto a análisis en la región.

Tabla 2. Bienes ambientales y servicios ambientales.

Bienes Ambientales	Servicios Ambientales
Madera	Belleza escénica
Plantas medicinales	Fijación de carbono
Manglares	Investigación ,
Pesca (mariscos)	Captación hídrica
Productos no maderables	Protección de suelos
Animales – cacería	Energía
Mimbre	Diversidad genética (banco de genes)
Plantas ornamentales	Banco de producción de oxígeno
Semillas forestales	
Plantas y frutas comestibles	
Leña y carbón	
Bejucos y troncos	
Biocidas naturales	
Material biológico	
Artesanías	

Fuente: Barzev, 2000

Con estos conceptos básicos se pretende resaltar la importancia de la interdependencia entre las ciencias naturales y las sociales. Ambas explican distintos aspectos del entorno y son mutuamente complementarias, se retroalimentan y permiten un manejo óptimo de los recursos naturales basado en criterios científicos.

La base de esta cooperación entre la ecología y la economía es la cuantificación de los recursos naturales y la calidad ambiental.

Los bienes y servicios ambientales son la expresión cuantitativa de los recursos naturales. Son los recursos naturales y funciones ecosistémicas cuyo uso es conocido y cuyos beneficios para la humanidad son definidos (Barzev, 2002).

2.4. BENEFICIOS PROPORCIONADOS POR LA VEGETACIÓN ARBÓREA

Los beneficios proporcionados por la vegetación arbórea son no ambientales y ambientales (PRISMA, 1997).

2.4.1. Beneficios no Ambientales

- Producción de madera.
- Producción de leña (como fuente energética).
- Frutas, flores y otros.

2.4.2. Beneficios Ambientales

- Mantenimiento del ciclo hidrológico:
  - Regulación de aguas superficiales.
  - Recarga de acuíferos y suministro de agua para consumo humano industrial y riego.
  - Provisión de agua para suministro de energía hidroeléctrica.
  - Prevención y control de inundaciones.
- Conservación de suelos:
  - Control de erosión causada por lluvia y viento.
  - Control de la sedimentación de ríos y embalses.
  - Productividad de tierras agrícolas.
- Mantenimiento de la diversidad biológica:
  - Protección de ecosistemas.
  - Servicios farmacéuticos futuros y estudios científicos.
- Combate al cambio climático:
  - Fijación y almacenamiento de carbono.
  - Liberación de oxígeno.
  - Recreación y ecoturismo.

2.5. VALORACIÓN DE BENEFICIOS AMBIENTALES

2.5.1. Análisis Económico Ambiental

Un bien tiene precio y valor. El precio es la cantidad monetaria que se paga por el aprovechamiento o consumo del bien, el cual generalmente es una ponderación promedio de los costos en que se incurre; mientras que el valor es la apreciación subjetiva del bien que hace cada persona o sector, por lo cual es variable.

Los recursos naturales y el ambiente son bienes públicos. Se entiende como bien público todo aquél que tiene como característica: la no rivalidad (consumo compartido) y la no exclusión, las cuales lo distingue de los bienes privados (Merlo, 1993).

La no rivalidad se refiere a que si un consumidor utiliza uno de estos bienes, todos los demás consumidores pueden hacer uso exactamente de la misma cantidad del mismo bien, sin que ésto cambie el nivel de consumo del primero (ejemplo: playa, parque, bosque). Además, los bienes no rivales están sujetos a congestionamiento en su consumo (ejemplo el uso de una carretera pública la cual se vuelve de uso limitado al cobrar el peaje).

La no exclusión se refiere a la condición en la que una persona disfruta de los beneficios de un bien ya sea pagando o no (servicio de vigilancia que presta la

policía, calidad de aire). Lo que hace a un bien exclusivo o no, depende de las leyes y derechos de propiedad.

La naturaleza del bien económico que se confiere a un recurso (agua, bosque, etc.) constituye el motivo básico del interés por su valoración económica. Este interés aumenta conforme aumenta la escasez relativa del recurso, en este sentido la estimación de su valor económico es un requisito esencial para diseñar estrategias que permitan un mejor uso. El precio no incorpora el valor ni las funciones ecológicas de los recursos, siendo éstos subvalorados, lo cual debe ser corregido a través de la generación de información al respecto y del perfeccionamiento de técnicas para valoración de bienes ambientales que no tienen mercado explícito (Solórzano *et al,* 1995).

Valorar activos naturales constituye una de las tareas más difíciles de la economía ambiental; normalmente no se dispone de valores de mercado, incluso los datos relativos a los costos por lo general tienen carácter hipotético.

2.5.2. Externalidades

Se define como los costos o beneficios de la actividad económica externa al mercado, por la que no se paga ni se recibe algo a cambio por parte de aquellos agentes involucrados en la transacción. Existen externalidades positivas y negativas. Externalidad positiva es el beneficio que los dueños de un bosque ubicado aguas arriba le aportan a los agricultores ubicados aguas abajo, cuando éstos reciben algún beneficio (suministro de agua) gracias a

la presencia de árboles en la vertiente. Tanto a la sociedad como al agricultor beneficia la presencia de árboles, pero los dueños de los bosques no tienen ningún incentivo para reducir la tala o aumentar la plantación (Solórzano *et al,* 1995).

Externalidad negativa es el daño que se ocasiona aguas abajo (inundaciones) por las prácticas que se hacen aguas arriba, como son la tala de árboles. Estos son costos reales para las actividades aguas abajo y para la sociedad pero no para los madereros, quienes no tienen incentivo para considerar estos costos, pues no afecta la rentabilidad de sus actividades (Solórzano *et al*, 1995).

Las externalidades existen cuando los derechos de propiedad no son definidos, estos se obtienen cuando existan derechos de exclusividad sobre el uso de una propiedad. Ejemplo se tiene las externalidades en el uso privado de la tierra, en la parte alta de una cuenca, el cual es explicado en la figura 5.

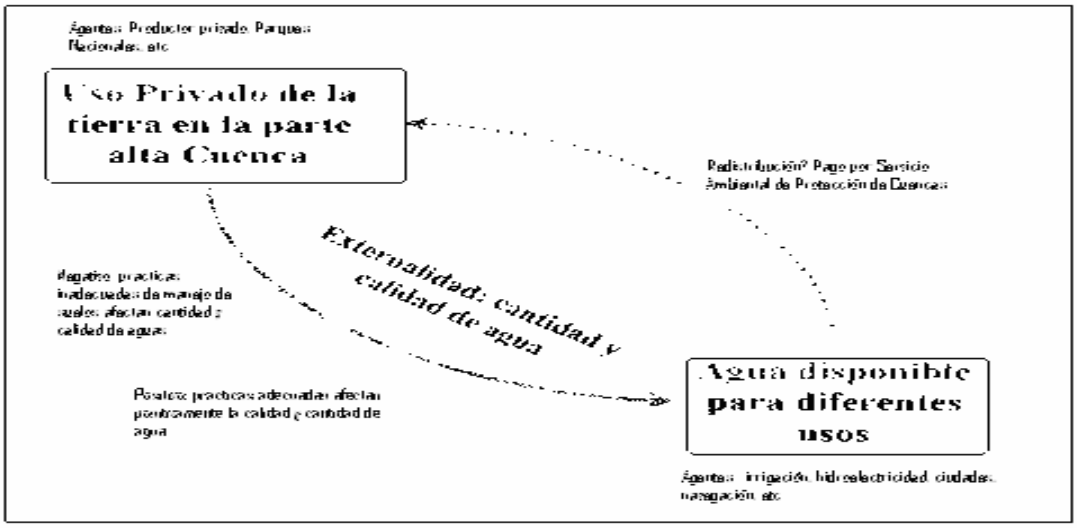

Figura 5. Externalidades a nivel de una cuenca hidrográfica.

2.5.3. Valor Económico

El valor económico del bosque está compuesto por los valores que se determinan a través del mercado (bienes con precio de mercado y transables), disfrutados por el propietario (ingresos por madera, leña, fruta, etc.) y por el valor de los servicios ambientales (bienes sin precio de mercado y no transables), disfrutados libremente por la sociedad local, nacional y global (suministro de agua, secuestro de carbono, etc.). En economía ambiental el valor económico total (VET) corresponde a los bienes con y sin mercado y está compuesto por valor de uso directo, valor de uso indirecto, valor de opción y valor de existencia (Carranza *et al,* 1996).

2.5.3.1. Valor de uso directo

La valoración directa se hace sobre la base de la disponibilidad a pagar directamente expresada por el consumidor; incluye los valores de productos forestales, maderables y no maderables, recreación y turismo (Carranza *et al*, 1996).

2.5.3.2. Valor de uso indirecto

Se refiere al valor de las funciones ecológicas que desempeñan los bosques (protección de suelos, regulación de cuencas, etc.); la valoración indirecta se caracteriza por valorar el bien a través de referencia

indirecta del mercado; se utiliza el concepto costo de reemplazo de bienes sustitutos (Carranza *et al*, 1996).

2.5.3.3. Valor de opción

Corresponde al valor de los beneficios esperados que los usuarios potenciales del ambiente estarían dispuesto a pagar por conservar y disponer de un recurso en el futuro. Se asocia con recursos genéticos y sustancias farmacéuticas (Carranza *et al*, 1996).

2.5.3.4. Valor de existencia

Es aquel que un individuo puede darle a un recurso por el hecho de hacer disponible el activo para otra persona en el presente o en el futuro. Este valor se puede calcular a través del conocimiento de las donaciones para la conservación de un activo que tiene características únicas o significados culturales importantes para la sociedad (Carranza *et al,* 1996). En la tabla 3 se determina todos los bienes ambientales que se toman en cuenta para la valoración económica total de los recursos naturales.

Tabla 3. Valor Económico Total (VET) de los bienes ambientales.

Valores de Uso		Valores de No-Uso	
Usos directos	**Usos indirectos**	**Valores de opción**	**Valores de existencia**
▪ Madera y leña ▪ No maderables (comida, medicina, genética) ▪ Recreación y ecoturismo ▪ Prospección de biodiversidad ▪ Investigación ▪ Educación	• Ciclo de nutrientes • Protección de cuencas • Fijación de carbono	• Usos futuros e indirectos	• Biodiversidad(especies amenazadas) • Herencia cultural • Habitáis amenazados • Paisajes

Fuente: Barzev, 2002.

2.5.4. Técnicas de Valoración

Los instrumentos económicos en materia ambiental son el resultado de la búsqueda por encontrar una asignación óptima de los recursos, tomando en cuenta los beneficios y costos directos y aquellos derivados de su impacto sobre el ambiente. Los instrumentos económicos tienen como objetivo generar los incentivos necesarios para que las decisiones privadas incorporen la variable ambiental (Hernández, 1998).

Debido a la falta de mercado para servicios ambientales, se hace necesario el uso de técnicas de valoración y así conocer el valor monetario de éstos, conforme se presenta en la tabla 4. La valoración es subjetiva y sensible a la disponibilidad

de datos y tiempo. A pesar de estas deficiencias, en la actualidad estas técnicas son las existentes y utilizadas (Hernández, 1998).

Tabla 4. Técnicas para la valoración económica de bienes y servicios ambientales.

Valores de Uso		**Valores de No-Uso**	
Usos directos	**Usos indirectos**	**Valores de opción**	**Valores de existencia**
• Precios de mercado • Cambios en productividad • Valoración Contingente • Costo de viaje • Costos de Oportunidad • Substituto indirectos	• Cambios en productividad • Gastos preventivos • Precios hedónicos • Costo de viaje	• Valoración contingente	• Valoración contingente

Fuente: Barzev, 2002.

2.5.4.1. <u>Precios de mercado</u>

Basado directamente en los precios o productividad del mercado (madera, leña).

2.5.4.2. Cambio en productividad

Valora a precios de mercado o a precios ajustados (cuando existen distorsiones), aquellos cambios en las cantidades físicas de producción en actividades económicas relacionadas con los bosques o servicios ambientales (CEPAL, 1995).

2.5.4.3. Método de valoración contingente

Empleado cuando no hay transacciones de mercado que proporcionan información sobre la valoración de los servicios ambientales; esta técnica consiste en la realización de cuestionarios para determinar la reacción ante ciertas situaciones y conocer cuánto la gente está dispuesta a pagar o a aceptar como compensación por el mejoramiento o deterioro de la calidad ambiental (CEPAL, 1995).

2.5.4.4. Método costo de viaje

Muy usado para estimar el valor de áreas recreativas (parques, bosque), de calidad de agua y de sitios de vida silvestre. El área alrededor del sitio recreativo se divide en zonas concéntricas cada vez más distantes (representa mayor costo de viaje); se realiza encuesta. Se espera que los usuarios que viven más cerca hagan mayor uso (por el menor costo); con base a la encuesta se calcula la demanda y el excedente, siendo este último un valor estimado del activo ambiental (CEPAL, 1995).

2.5.4.5. Costo de oportunidad

Valora el costo de usar recursos para bienes y servicios no transados en el mercado (conservación de tierra para un parque nacional), por los ingresos monetarios no recibidos si la tierra se usara para producir bienes y servicios de mercado (CEPAL, 1995).

Substitutos indirectos. Cuando los activos ambientales tienen sustitutos similares que son comercializados, a partir de este precio se puede estimar el valor del bien ambiental en cuestión (CEPAL, 1995).

2.5.4.6. Gastos de reemplazo o reposición

Consiste en estimar los costos necesarios para reemplazar un activo ambiental deteriorado (CEPAL, 1995).

2.5.4.7. Gastos preventivos

Determina de manera indirecta el valor mínimo que un individuo, empresa o gobierno asignan a la calidad del ambiente, a través del monto que estaría dispuesto a gastar para prevenir daño (CEPAL, 1995).

2.5.4.8. Método hedónico

Se utiliza en ausencia de un mercado y precio directo para la calidad ambiental. Tiene como objetivo determinar los precios implícitos de las características del bien; la diferencia en el valor de propiedad

entre distintas ubicaciones permite aislar el efecto de la calidad ambiental. Por ejemplo, en caso de contaminación se compara el precio entre casas del mismo tamaño, en similar zona, pero con y sin efecto de la contaminación (CEPAL, 1995).

Es posible contar una serie de técnicas para valorar un beneficio o un costo ambiental, el problema es identificar aquella técnica que se adapte al problema de estudio y a la vez constituya la metodología adecuada para valorar un beneficio o un daño ambiental. A pesar de lo anterior, el uso de técnicas de valoración es necesario si se pretende modificar el análisis beneficio-costo (B-C), considerando el capital natural.

2.6. LESGISLACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL ECUADOR

Según la Constitución Ecuatoriana (1998), existe varios artículos que garantizan la calidad y cantidad de agua para el servicio humano como: Art. 20, Art. 246 y el Art. 247; la Ley de Aguas menciona en el artículo 24, que la utilización de aguas estará subordinada al cumplimiento de requisitos como: que las aguas, en calidad y cantidad sean suficientes; la Ley de Gestión Ambiental (1999) también posee él artículo 33 dentro de la participación de las institución del estado que garantiza aplicación de las normas ambientales como es el caso norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua, la cual en el libro VI anexo 1 menciona los criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico

Es de destacar que la responsabilidad de las autoridades encargadas del abastecimiento del agua, es la de garantizar que el agua que se suministra tenga la calidad establecida por las normas., es decir, de evaluar el riesgo que representa a la salud pública la calidad del agua y determinar el grado de cumplimiento de la legislación vinculada al agua para consumo humano, lo que determina la calidad de vida de cada uno de los pueblos del Ecuador.

2.7. ESTUDIOS RELACIONADOS CON LA VALORACIÓN ECONOMICA DE BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES EN EL SUR DEL ECUADOR

La Dirección de Gestión Ambiental de la Empresa de Teléfonos, Agua Potable y Alcantarillado (ETAPA) de la ciudad de Cuenca mantiene, desde 1998, una tasa implícita para la protección de las fuentes de agua. Esta tasa (6,58%) de los ingresos brutos por concepto de agua y alcantarillado) cubriría, en el año 2000, el 80% de los gastos de protección de las zonas de reserva generadoras de agua (aproximadamente 4 000 millones de sucres o $ 160 000). Actualmente, ETAPA está intentando explicitar la tasa del 6,58% para que aparezca en la planilla de cobro y poder iniciar una sensibilización de la población de Cuenca (Burneo, 1999).

Rojas (2004) realizó la Valoración Económica del Servicio Ambiental Hídrico y su aplicación en el ajuste de tarifas: en el caso de Quilanga; para el estudio el valor de tarifa contemplo aspectos como: el valor de captación (Servicio Ambiental), costos de recuperación de cuencas, un valor para el agua, costos

operativos y un margen de ahorro - inversión que permita el subministro a una población y a una economía.

El Consorcio Binacional Universidad de Piura – ASEDESA realizarón la Valoración Económica de los Recursos de la Cuenca Binacional Catamayo - Chira; para el efecto de este estudio se adoptó la propuesta metodológica desarrollada en Costa Rica por Castro y Barrante, (1998) y ajustada por Barzev, (2002), la cual plantea la Valoración Económica del Servicio Ambiental asociada al recurso Hídrico a partir de la consideración de tres grandes aspectos como son: la determinación del valor de captación hídrica de los bosques del área, la determinación del valor de recuperación de bosques con importancia hidrológica o de las zonas de importancia hídrica y la determinación del valor del agua como insumo de la producción.

Maza (2002), realizó la Valoración Económica - Ecológica del agua de la Microcuenca Curitroje, para lo cual realizó una caracterización ecológica y social del ambiente de la microcuenca Curitroje tomando en cuenta la morfometría de la cuenca, estudios de cobertura vegetal, su endemismo y estado de conservación, registros de fauna, muestreo de suelos y un diagnóstico agro - socioeconómico; para valorar económica y ecológicamente el servicio agua de la microcuenca para la obtención del costo real de producción de agua para uso doméstico tomó en cuenta el valor de captación o el valor de productividad hídrica de la cubierta vegetal productora, el valor de protección, el valor del agua como insumo a la producción, estimaciones de los costos operativos para el suministro de agua,

costos de tratamiento, así como también el valor de opción, obteniendo con ello que el costo ambiental del agua es de $ 0,0296 por metro cúbico que además lo respaldó por una opción o voluntad de pago de $ 0,002 34 por m^3 por parte de un significativo número de usuarios del agua.

León y Espinoza (2003), realizaron la valoración económica Ambiental del recurso Hídrico y su relación con la comunidad Cofradía, cantón Espíndola, provincia de Loja; se tomó en cuenta la identificación y descripción en forma participativa del uso actual de los recursos renovables de la microcuenca Cofradía en la cual se realizó un diagnóstico participativo de la microcuenca, un análisis morfométrico, análisis climático, caracterización de la cobertura vegetal, análisis cuantitativo del recurso hídrico de la microcuenca, un análisis de la calidad del agua para consumo humano; también adoptaron una propuesta metodológica que consideró parámetros mínimos necesarios con el fin de valorar ecológica y monetariamente el recurso hídrico con la perspectiva de garantizar su producción en cantidad y calidad tomando aspectos como: estimación de costos de operación para el subministro de agua, costos de tratamiento y la estimación del valor económico ambiental. También tomaron .en cuenta la formulación de estrategias orientadas a proteger, mejorar u ordenar la microcuenca Cofradía para el fomento del recurso hídrico, obteniendo con esto que el costo ambiental real del agua es de $ 0,0296 por m^3, teniendo en cuenta que los usuarios en esta zona tienen una voluntad de pago de $0,0057 por m^3.

III. METODOLOGÍA

En este capítulo se hace una descripción del área de la microcuenca Aguilán y de la metodología que se utilizó para alcanzar los objetivos planteados dentro de este trabajo de investigación.

3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Para describir el área de estudio se procedió a determinar la ubicación geográfica de la microcuenca Aguilán y sus características, las cuales se presentan continuación

3.1.1 Ubicación Geográfica

El área de vegetación protectora No. 17- Cubilán se encuentra localizada en la cuenca media del río Paute. Parte de esta área se ubica dentro de la zona que constituye la microcuenca Aguilán, que es el lugar donde se realizó el estudio. De acuerdo con la cartografía realizada por el Instituto Geográfico Militar, los puntos más extremos de la microcuenca se encuentran en las siguientes coordenadas geográficas: 78° 50’38" a 78° 52’54" de longitud occidental y 02°37’ 00’’y 02° 49˚ 00" de latitud sur.

Geográficamente el área se encuentra ubicada en el extremo central - norte de la cuenca del río Paute, marcando el límite de las aguas que drenan al norte hacia la cuenca del río Cañar y las del sur alimentan la cuenca del río Paute. En la figura 6 se muestra la ubicación del área de estudio, y el mapa base de la Cuenca.

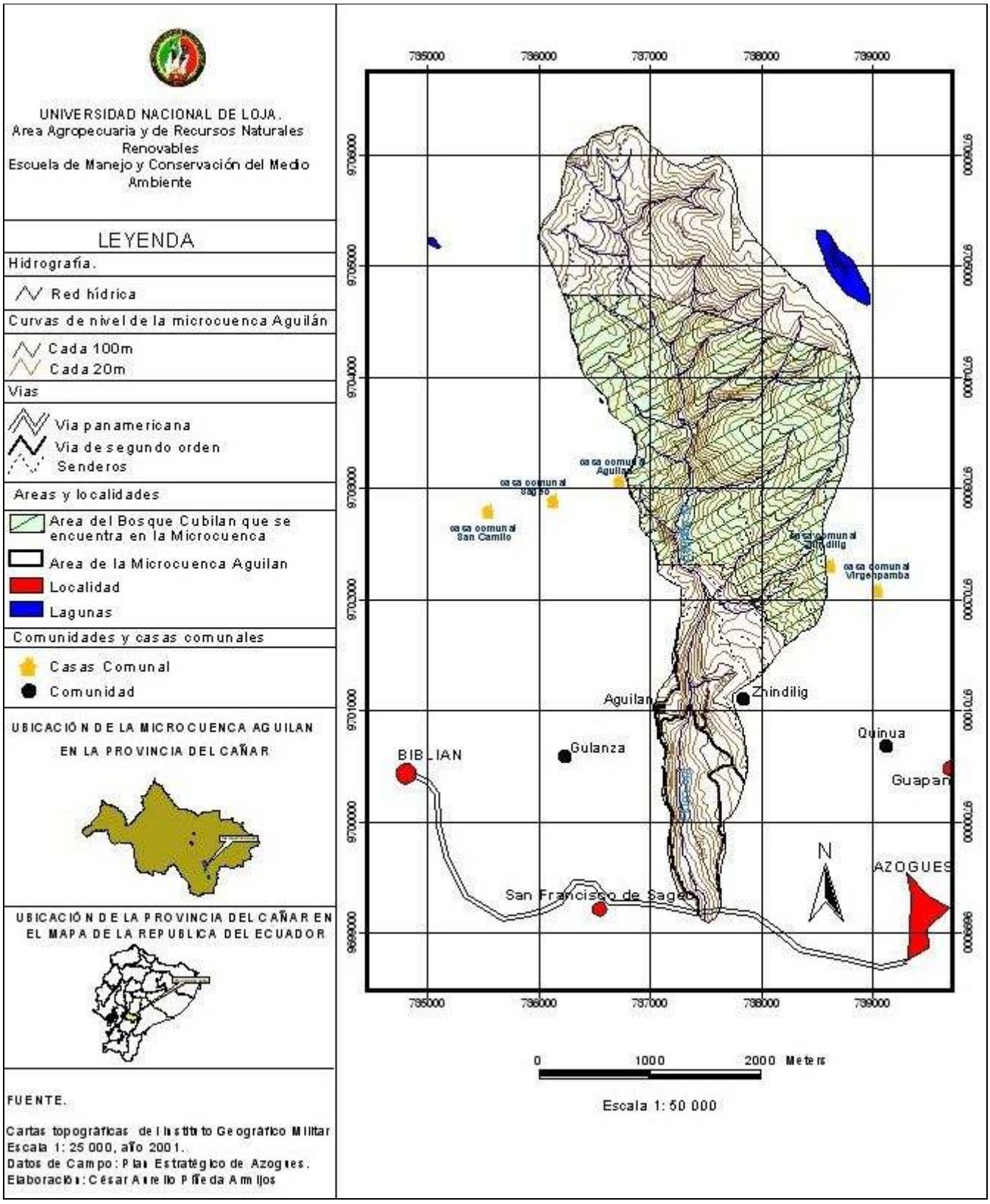

Figura 6. Ubicación geográfica de la zona de estudio y mapa base.

3.1.2. Características del Área de Estudio

La microcuenca Aguilán tiene una extensión de 9,77 km^2, hasta conectarse con el río Burgay, está ubicada en el flanco sur con un relieve volcánico transversal a manera de "nudo", que une las dos Cordilleras andinas y con una dirección oeste-este y nor-este; delimita los sistemas de drenajes que alimentan a las cuencas de los ríos Cañar y Paute (UMACPA, 1993)

El relieve se presenta bastante accidentado con pendientes superiores al 41,8 % y sus altitudes oscilan entre 2 200 y 3 540 msnm (UMACPA, 1993).

Este relieve volcánico debe su origen a extensos derrames lávicos de tipo fisural y efusivo, compuestos generalmente por una superposición de rocas piroclásticas, ácidas y colados de lava (UMACPA, 1993).

Los suelos de esta área protectora se han desarrollado sobre depósitos cólicos de materiales piroclásticos, emitidos por los volcanes más jóvenes de la parte norte de la Sierra ecuatoriana (UMACPA, 1993).

Las condiciones climáticas reinantes, han determinado, que este material parental se meteorice en una especie de arcilla, llamada "alófana", con gran capacidad de retención de humedad. Presentan una coloración negra por su alto contenido de materia orgánica (M.O.), con más del 6,37 % de carbono, su pH es ácido con un valor de 4,98, su textura es franca (UMACPA, 1993).

La zona de vida según Holdridge es bosque húmedo Montano (bh-M) con una temperatura media de 14 ^{0}C y una precipitación media de 881 mm/año (UMACPA, 1993).

3.2. MATERIALES

Los materiales utilizados en el desarrollo del proyecto son los siguientes:

- Cartas geográficas del IGM (Azogues y Cañar 1: 25000).
- Fotografías aéreas del IGM.(Azogues 1:6000)
- Sistema de Información Geográfica (Arc View GIS 3,2).
- Sistema de posicionamiento Geográfico GPS.
- Cuerda para parcelas.
- Prensa de madera.
- Altímetro.
- Clinómetro.
- Cámara Fotográfica.
- Rollos Fotográficos.
- Paquetes estadísticos.
- Material de oficina.
- Computador.

3.3. METODOLOGÍA APLICADA PARA ALCANZAR LOS OBJETIVOS PROPUESTOS EN ESTE ESTUDIO

La metodología utilizada para alcanzar los objetivos propuestos en este estudio como el de caracterizar ecológicamente los Recursos Naturales y el de valorar económicamente el servicio ambiental hídrico de la microcuenca Aguilán se la presenta a continuación.

3.3.1. Caracterizar Ecológicamente los Recursos Naturales de La Microcuenca Aguilán

La caracterización ecológica de la microcuenca determina el estado actual de cada uno de los componentes ecológicos que interactúan dentro del área de estudio y cual es su estado de conservación. Para ello se procedió a utilizar la metodología que se presenta a continuación.

3.3.1.1. Análisis morfométrico

El análisis morfométrico de la microcuenca se realizó utilizado cartas topográficas escala 1: 25 000, que se digitalizaron en el Plan Estratégico de Azogues. Utilizando las fórmulas que se presentan en el cuadro 1 del apéndice, se calculó los parámetros: área, perímetro, longitud axial, ancho del perímetro, factor de forma, coeficiente de compacidad, altitud media, mediana de altitud, altura media, pendiente media, relieve: coeficiente de masividad, coeficiente ortográfico y densidad de drenaje.

3.3.1.2. Balance hídrico (Oferta hídrica)

Para realizar el cálculo del Balance hídrico en el área de estudio, fué necesario conocer los componentes del ciclo hidrológico del agua como: infiltración, precipitación total, evapotranspiración y escorrentía.

Para el estudio de valoración del servicio ambiental hídrico, la infiltración es la variable más importante ya que es el volumen de agua que penetra dentro del suelo. Debido a que éste proceso causa cambios importantes en la recarga del nivel freático. Por lo tanto es importante calcular el volumen en metros cúbicos por año.

El método empleado para determinar la infiltración en el área de estudio es de manera sencilla, por la información accesible. La ecuación que se utilizó para el cálculo fue proporcionado por la Universidad de Chapingo (SEMARNAT, 2000).

Infiltración = Pp total -(Escurrimiento +Evaporación+Transpiración)

3.3.1.2.1. Determinación del volumen de Precipitación media anual total (Pp total)

En primer lugar se determinó la precipitación media de la microcuenca Aguilán a través del método de Isoyetas que consiste en trazar isolíneas en la cuenca para posteriomente calcular las áreas entre las isoyetas y el área de la cuenca, y luego determinar la precipitación media anual de la microcuenca a través de la siguiente fórmula:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{P_i + P_{i+1}}{2}\right) A_{i,i+1}}{\sum_{i=1}^{n-1} A_{i,i+1}}$$

Donde:

n = Número de curvas de igual precipitación

Pi = Precipitación correspondiente a la curva de igual precipitación i

Pi+1 = Precipitación correspondiente a la curva de igual precipitación i+1

Ai, i+1 = Area entre las curvas de igual precipitación i e i+1

La elaboración de la isoyetas se realizó con 4 estaciones ubicadas alrededor de la microcuenca y con datos de precipitación media anual de 28 años de cada una de ellas.

Las estaciones que influyen y que se utilizaron para realizar el mapa de isoyetas y la precipitación mensual de la microcuenca Aguilán son: la estaciòn meteorologica de Biblián (846,6 mm); Cañar (461,0 mm); Paute (728,6 mm) y Mazar Rivera (1322,2 mm), estos datos se encuentran en las tablas 1,2,3 y 4 del apéndice.

Luego fué necesario conocer el volumen de precipitación media anual total en la microcuenca y esto se calculó utilizando la precipitación media anual de la zona en metros, la que se multiplica por la superficie de la cuenca en metros cuadrados, con este procedimiento se determina el volumen de agua en metros cúbicos que caen en la microcuenca.

La ecuación usada para el cálculo de la precipitación media total es la siguiente:

$$Ppt = Vtp * AC$$

Donde:

Ppt = Precipitaciòn promedia (m^3).
Vtp = Volumen total de la Precipitaciòn (m).

AC = Area de la cuenca (m^2)

3.3.1.2.2. Determinación del volumen de escurrimiento medio anual

Este valor se obtuvo a través del volumen medio anual de escurrimiento, para ello se utiliza la siguiente fórmula:

Vm = A x C x Pm

Donde:

Vm = Volumen medio que puede escurrir (m3)
A = Área de la cuenca (m^2)
C = Coeficiente de escurrimiento, que generalmente varia de 0.1 a 1.0 (Ver figura 3 del apéndice.
Pm = Precipitación media anual (convertir los mm a m)

3.3.1.2.3. Determinación del volumen de evapotranspiración media anual

Para determinar el volumen evapotranspiración media anual, se utilizó la siguiente expresión:

Evapotrans= (Ppt-Escurrimiento) x factor Evapotrans

Para determinar el volumen de agua por la evapotranspiración es necesario determinar en primer lugar la evapotranspiración de la Microcuenca, para ello se utilizó la fórmula de Turc, esta decisión se toma debido a que existe una limitada base de datos meteorológicos en la zona de estudio y los existentes se encuentran incompletos, está ecuación se la presenta a continuación.

$$ET = \frac{p}{\sqrt{0,9 + \frac{p^2}{L^2}}}$$

$L = 300+25xT+T^3$ donde para (P/L) >0, 316 en este caso.
Donde:

ET = Evapotraspiración Real.
P = Precipitación media anual de la microcuenca (mm).
T = Temperatura media anual de la microcuenca (^oC)
L =Factor de Evaporación.

La fórmula de Turc (Monsalve, 1995) utiliza datos de temperatura media anual y de precipitación media anual, es por ello que se determinó la temperatura media anual de la cuenca a través del Método de Isotermas y para este caso se utilizó la tempertura media anual de 28 años, en base a datos meteorológicos de las estaciones de Cañar (11,4 ^0C), Biblian (14,3 ^0C) y Paute (17,4 ^0C), los cuales se presentan en las tablas 6, 7 y 8 del apéndice.

El factor de evaporación se calculó dividiendo la precipitación media anual con la evapotranspiración media anual, la evapotranspiración la obtenemos en metros cúbicos.

3.3.1.2.4. Volumen de agua de infiltración en la microcuenca Aguilán (Oferta hídrica)

Una vez determinados los datos de precipitación total anual, escurrimiento medio anual y de evapotranspiración media anual de la microcuenca, se procedió a determinar el balance hídrico de la microcuenca Aguilán.

El valor resultó de sumar en primer lugar el escurrimiento medio anual, con la evapotranspiración media anual, a esta suma se restó la precipitación total anual de la microcuenca y se obtuvo la cantidad de agua infiltrada en el suelo, cuyo resultado representa la oferta hídrica de la microcuenca Aguilán, para este estudio.

3.3.1.3. Caudal de agua en la microcuenca Aguilán

Para tener como referencia se midió el caudal generado en la microcuenca a través del método de flotadores aplicado en la garganta de la microcuenca y se utilizó la siguiente ecuación para su determinación:

$$Q = Vc * Atc$$

Donde:

Q = Caudal en la garganta de la cuenca (m^3/s).

Vc = Velocidad del flotador en el cauce (m/s).

Atc = Área de la sección transversal del ancho del cauce (m^2).

Se determinaron también los caudales que utilizan las comunidades de Aguilán, Sageo y Zhindilig, para el consumo humano y uso doméstico a través del método volumétrico, se midió en los lugares donde captan el agua dentro de la microcuenca, utilizando para el efecto un balde graduado en litros y un cronómetro. Para el cálculo del caudal se utilizó la ecuación siguiente:

$$Qfa = \frac{Car}{Tr}$$

Donde:

Qfa = Caudal de las fuentes de agua de la microcuenca Aguilán (l/s).

Car = Cantidad de agua recolectada en el recipiente (l).

Tr = Tiempo de recolección en el recipiente (s).

Con los valores de los caudales determinados mediante una medición que se generaron en la microcuenca Aguilán se procedió a comparar estos datos con los resultados que se obtuvieron en el balance hídrico de la microcuenca.

Finalmente se elaboró un mapa de ubicación de las fuentes de captación de agua en la microcuenca Aguilán a través del programa Arc View con colaboración del CINFA (Centro Integrado de Geomatica Ambiental).

3.3.1.4. Calidad del agua de la microcuenca Aguilán

La calidad del agua de la microcuenca Aguilán se determinó mediante análisis de laboratorio, los parámetros analizados fueron: DBO_5, OD, pH, Turbidez, Sólidos totales, color aparente, conductividad y coliformes fecales.

Estos parámetros se determinaron en el laboratorio de la Dirección de Gestión Ambiental de ETAPA de la Ciudad de Cuenca.

El agua de la microcuenca se caracterizó a través del índice medio de calidad de agua utilizado por el Índice de Calidad Ambiental (ICA) desarrollado en 1970 por la Fundación de Sanidad Nacional de Estados Unidos (EU) que

propone Salazar (1999), al que se ha modificado de acuerdo a los parámetros determinados en el laboratorio, esta caracterización se presenta en la tabla 5.

Tabla 5. Parámetros para determinar la calidad de agua de la microcuenca Aguilán.

Parámetro	Peso de cada variable según ICA	Peso de cada variable modificada
Oxigeno Disuelto	0,17	0,24
Coliformes fecales	0,15	0,21
pH	0,12	0,17
DBO	0,10	0,14
Turbidez	0,08	0,12
Sólidos Totales	0,08	0,12
Nitratos	0,10*	
Fosfatos	0,10*	
Desviación de temperatura	0,10*	
Total	1	1

Fuente: Salazar (1999)
Nota: Los valores donde se aprecia el *, son los valores no determinados en el estudio, pero a estos valores se los repartió en partes proporcionales al valor del peso de cada variable que se ha determinado en el laboratorio.

Los pesos de cada variable modificada se multiplicaron por la calidad de cada uno de los parámetros, con valores que fluctúan de 0 a 100, estos valores resultan de comparar los parámetros que se determinó en el laboratorio con los rangos permisibles encontrados en la normativa de calidad ambiental y descarga de efluentes del país, lo que llevó a dar un valor cuantitativo de calidad a cada uno de los parámetros y a través de la suma de éstos permitió determinar cual era el valor de la característica media del agua. Con el resultado anterior se procedió a determinar la calidad media del agua de la microcuenca Aguilán a través de los valores que se presenta en la tabla 6.

Tabla 6. Características para determinar la calidad del agua de la microcuenca Aguilán.

Características del agua	Rangos de Calidad media del agua
Muy mala	0 -25
Mala	26 – 50
Media	51 – 70
Buena	71 – 90
Muy buena	91 - 100

Fuente: Salazar (1999)

El valor numérico obtenido en las características del agua se utiliza en la valorización de la productividad hídrica de la Zona de Importancia Hídrica (ZIH), en la microcuenca.

Además mediante la revisión de las estadísticas existentes en el dispensario médico de la comunidad de Aguilán, se determinaron las diferentes patologías provocadas por el consumo de agua proveniente de la microcuenca.

3.3.1.5. Estudio de la cobertura vegetal

El mapa de cobertura vegetal se realizó mediante fotointerpretación (fotografías aéreas escala 1:60000), las categorías fueron ubicadas en un mapa base para posterior verificación en el campo.

En los diferentes tipos de cobertura vegetal se instalaron al azar un mínimo de 5 parcelas, con las siguientes dimensiones: para el estrato arbóreo de 50 x 10 m; para el estrato arbustivo, bosque achaparrado y matorral alto 5 x 5 m; regeneración natural 50 x 1 m; y, páramo herbáceo, arbustivo y antropogénico de

5 x 2 m, metodología recomendada por Aguirre y Aguirre (1999). Las parcelas del estrato arbustivo y regeneración natural se ubicaron dentro de las parcelas del estrato arbóreo.

Para la toma de datos del estrato arbóreo se utilizó la hoja de campo que se indica en la siguiente matriz.

Matriz de campo para colectar los datos del estrato arbóreo de la microcuenca Aguilán.

Parcela No: _____
Altitud: _____msnm
Fecha: _____

Especie	**DAP (CM.)**	**Observaciones**
X		
Y		

En el estrato arbóreo se contabilizó todos los individuos con un DAP (diámetro a la altura de pecho a 1,30 m) mayor o igual a 10 cm.

Para colectar información del estrato arbustivo, bosque achaparrado, matorral alto, páramo herbáceo, arbustivo y antropogénico se utilizó la siguiente hoja de campo:

Hoja de campo para la toma de los datos de estrato arbustivo, matorral alto, bosque achaparrado, páramo herbáceo, arbustivo y antropogénico de la microcuenca Aguilán.

Parcela Nº: _____
Altitud: _____msnm
Fecha: _____

Especie	Número de individuos	Cobertura de las especies sobre la parcela %	Observaciones
X			
Y			

Las especies no identificadas en el campo fueron colectadas para la identificación en el Herbario "Reinaldo Espinosa" de la Universidad Nacional de Loja.

Con los datos de campo se calcularon los parámetros ecológicos según las formulas planteadas por Cerón (1993), densidad relativa, diversidad relativa, dominancia relativa, índice de valor de importancia. Las fórmulas se indican en la tabla 7.

Tabla 7. Fórmulas para calcular los parámetros ecológicos de la vegetación de la microcuenca Aguilán.

Parámetros ecológicos	Formula
Densidad (D)	Número total de individuos /Superficie Total
Densidad Relativa (DR)	(# de individuos de una especie/# total de individuos) x 100
Diversidad Relativa (Div. R)	(# de especies de la familia /# total de especies) x 100
Dominancia relativa (DmR) para el estrato arbóreo.	(Área basal de la especie/ Área basal de todas las especies) x 100
Dominancia relativa (DmR) para: matorral alto, bosque achaparrado, páramo herbáceo, páramo arbustivo y páramo antropogénico.	(Cobertura de la especie/ Cobertura de todas las especies) x 100
Índice de Valor de Importancia (ÍVI)	ÍVI=DR+DmR

Fuente: Aguirre y Aguirre (1999)

3.3.1.6. Endemismo y estado de conservación

Para revisar y constatar la presencia de las especies endémicas se revisó en el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador (Valencia *et al*, 2000) y la base de datos del Herbario "Reinaldo Espinosa" de la Universidad Nacional de Loja.

Para las especies endémicas se determinó las categorías de amenaza establecidas en el libro rojo. Estas categorías son: Extinta (EX), Extinta en la Naturaleza (EW), En peligro crítico (CR), En peligro (EN), Vulnerable (VU), Casi amenazado (NT), Preocupación menor (LC), Datos insuficientes (DD), No evaluada (NE) (Valencia *et a*l, 2000).

3.3.1.7. Determinación de la zona de importancia hídrica

El análisis de la importancia hidrológica de la vegetación que presenta la microcuenca se llevó a cabo a través de la matriz de Índices de Protección Hidrológica (IPH) propuesta por Rojas (2004) en base a Urbina (1997) y Henao (1998), para ello se tomó en cuenta los valores de la tabla 8 que se presenta a continuación.

Tabla 8. Parámetros para determinar la importancia de la cobertura vegetal para brindar el servicio hídrico.

Nº	Tipo de cobertura vegetal y uso actual del suelo	Índice de protección hidrológica (IPH)	Importancia para proveer el Servicio Ambiental Hídrico (SAH)
1	Zona Poblada (ZU)	0,00	Muy baja/nula
2	Zona Agrícola (C)	0,27	Baja
3	Pastizal (P)	0,39	
4	Pasto mas matorral (P+ Ma)	0,45	Media
5	Zona Agroforestal (Za)	0,49	
6	Plantación forestal (Pf)	0,70	Alta
7	Matorral (Ma)	0,80	
8	Bosque natural (Bn)	1,00	Muy alta
9	Páramo arbustivo (Pa)	1,00	

Adaptado: Estudio de valoración económica del agua de uso doméstico, de Gonzanama: ajuste ambiental de la tarifa de consumo. Rojas (2004).

Luego se categorizó la vegetación en cinco aptitudes para la provisión del servicio ambiental hidrológico (muy baja/nula, baja, media, alta y muy alta). Adicionalmente, se determinó e*l área proveedora del servicio ambiental hidrológico* que es la que está ocupada por la vegetación de aptitud alta y muy alta. También, se determinó la zona de importancia hídrica que es el área

comprendida desde el comienzo del Bosque Protector Cubilan en la microcuenca Aguilán hasta la divisoria de aguas en la parte alta de la microcuenca donde se encuentra el páramo y el matorral.

3.3.1.8. Caracterización de la fauna

La caracterización de la fauna de la microcuenca se realizó mediante la técnica de observación directa, para la cual se ejecutó recorridos de campo (transeptos), con la colaboración de un especialista en fauna silvestre y preguntas a personas del lugar sobre las especies animales existentes en la zona. Para colectar la información se utilizó la matriz indicada a continuación. Los nombres científicos, se investigó en diferentes fuentes bibliográficas principalmente en la pagina Web de CITES (Centro Internacional de Lucha contra el Tráfico de Especies Endémicas Silvestres.).

Matriz para el registro de aves para la microcuenca Aguilán.

Nombre científico	**Hábitat**	**Categorías de abundancia**		
		R	U	C

Las categorías de abundancia para calificar la fauna, según Ridgely *et al*, (1998) son:

Común (C); especie que se encuentra en esta región y zona altitudinal en gran número y es registrada con frecuencia por observadores experimentados, por lo menos en base a su canto.

Poco común (U); especie presente en esta región y zona altitudinal en poco número, pero que puede ser registrada con cierta regularidad por observadores experimentados, por lo menos en base a su canto.

Rara (R); especie que se halla en esa región y zona altitudinal en forma muy escasa (y a menudo también es muy local), y por lo tanto sólo se registrará con poca frecuencia, incluso por parte de observadores experimentados.

La siguiente matriz se usó para colectar la información de especies de mamíferos a través de encuestas a los comuneros y se tomó las categorías de abundancia descritas anteriormente.

Matriz para el registro de mamíferos para la microcuenca Aguilán.

Nombre Común	**Nombre Científico**	**Hábitat**	**Categorías de abundancia**		
			R	PC	C

Común (C) Poco Común (PC) Raro (R).

La determinación de los nombres científicos y del hábitat de cada una de las especies de mamíferos se lo realizó en el libro de Tirira (2001).

3.3.1.9. <u>Muestreo de suelos</u>

Se tomaron muestras mediante barrenaciones, en el páramo, bosque y pastizal; con la finalidad de establecer las características

básicas de los suelos. En el campo se registró características generales del suelo como: tipo de intervención, estructura, profundidad de horizontes (cm), espesor de hojarasca (cm), textura y profundidad de raíces (cm).

De cada una de las muestras de suelo se analizó el contenido de materia orgánica, pH y nitrógeno disponible, en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Loja.

3.3.1.10. Diagnóstico agro socioeconómico

El diagnóstico de la microcuenca se realizó a través de la historia agraria de la microcuenca, distribución de la tierra, la actividad económica dominante donde se identificó los sistemas de producción, percepciones ambientales en relación al bosque Cubilán y los problemas de la microcuenca.

Se aplicó la guía de Sondeo Rural Participativo de Selener *et al,* (1997) a nivel de la microcuenca. Los estudios de caso se realizaron mediante participación de la personas de la comunidad a través de un taller donde se analizó:

- Fuerza de trabajo.
- Capital.
- Población.
- Instituciones y organizaciones.
- Distribución de la tierra
- El trabajo.
- Sistemas de cultivo.

- Sistemas de crianza.
- Indicadores económicos (Consumo de la producción e Ingresos económicos agropecuarios y no agropecuario).

Las percepciones ambientales de los pobladores de la microcuenca Aguilán, se colectaron considerando los siguientes tópicos:

- Conocimiento de la relación del bosque con el agua.
- Conocimiento que los terrenos sin vegetación son más susceptibles a la erosión.
- Opinión sobre la escasez del agua en las vertientes (quebradas).
- Criterio sobre el Bosque Protector Cubilan.
- Disposición a participar en programas de conservación del bosque.

3.3.2. Valorar Económicamente el Servicio Ambiental Hídrico del Bosque Protector Cubilán

3.3.2.1. Valorización de la oferta hídrica

El valor del agua se mide en los costos incurridos en el proceso productivo y de mantenimiento y se puede desagregar de la siguiente forma:

- Valor de los costos de captación del agua.
- Valor de los costos de protección de la microcuenca.
- Valor de los costos de restauración de ecosistemas.

- Valor de los costos administrativos y de operación.
- Valor del agua como insumo de la producción.

3.3.2.2. Valor de la productividad hídrica de la zona de importancia hídrica (ZIH) o costos de captación del agua

La productividad de la ZIH, está determinada por la cantidad de agua captada y su valor, la cual corresponde a un porcentaje cercano al costo total de oportunidad. Si se ve la productividad de la ZIH en términos económicos, entonces el no usar la ZIH para otras actividades se valora por la cantidad de agua captada, ese es su costo de oportunidad. El valor de uso directo de la cobertura vegetal de la ZIH y del agua no puede separarse, al depender el uno del otro.

Para la valorización hídrica de la ZIH se tomó la ecuación utilizada por Castro y Barrantes (1998), que es la siguiente:

$$VC = \sum_{t=i}^{n} \frac{\alpha\, iB_i\, Ab_i}{OC_i} * (1 + \beta_i)$$

Donde:

VC = Valor de captación hídrica de la Zona de Importancia Hídrica (ZIH), ($/m^3), cantidad mas calidad.

αi = Importancia de la cobertura de la ZIH en la cuenca i en función del recurso hídrico (%), (obtenido mediante encuesta, figura 1 del apéndice).

B_i = Costo de oportunidad de la actividad que compite con la ZIH en la cuenca ($/ha/año), (En base del diagnostico Agro-socioeconómico).

Ab_i = Area de la ZIH en la cuenca.

OC_i = Volumen del agua captada por la ZIH de la cuenca.

β_i = Valorización de la calidad de agua de la microcuenca.

La importancia de la cobertura vegetal protectora (αi), se obtuvo mediante una encuesta y se comparó con el índice de importancia hídrica de la Zona de Importancia Hídrica (ZIH), debido a que los tipos de cobertura que posee esta zona, tienen importancia en el control de volúmenes de escorrentía, retención y generación de agua en cantidad y calidad. El modelo de la encuesta se indica en la figura 1 del apéndice.

El valor de la calidad del agua (β_i) de la microcuenca Aguilán, se obtuvo a través del valor característico del agua determinado por el índice de calidad ambiental del agua.

3.3.2.3. <u>Valor de protección y mantenimiento</u>

Los costos incurridos en la protección del área de la ZIH se determinaron por los gastos de salarios, cargas sociales del personal

destinado a la protección, combustible, transporte, infraestructura y otros gastos de operación e incentivos utilizados para la protección ambiental.

Se incluye, además los costos de reforestación con fines de mitigación y mantenimiento de la calidad y cantidad de caudales, la regeneración de áreas, desembolsos necesarios para el sostenimiento de laderas y otros gastos preventivos para evitar el desgaste de la microcuenca, impedir la erosión del suelo y reducir el impacto de los flujos de agua superficial en el arrastre de sedimentos o en la formación de cárcavas.

La ecuación utilizada fue la aplicada por Castro y Barrantes (1998):

$$\mathbf{VP = (\alpha i \times C)/Va}$$

Donde:

VP = Costo de protección de la ZIH.

αi = Importancia de la cobertura de la ZIH en la cuenca i en función del recurso hídrico (%), (obtenido mediante encuesta, figura 1 del apéndice).

C = Costo para las actividades de protección de la cuenca ($/ha/año).

Va = Volumen de agua disponible (m^3/año.).

3.3.2.4. Valor de recuperación

Corresponde al costo que se debe incurrir para el establecimiento de plantaciones forestales en la parte de la Zona de Importancia

Hídrica dentro de la microcuenca. Este valor es alto el primer año, pero debe mostrar un comportamiento menor, en los años siguientes (5 años).

$$VR = \sum_{t=1}^{n} \frac{\alpha_i C_{ij} Ar_i}{OC_i}$$

Donde:

VC = Valor de recuperación hídrica de cuenca hidrográfica ($/m^3).

α_i = Importancia del bosque en la cuenca en función del recurso hídrico (%), (obtenido mediante encuesta, figura 1 del apéndice).

$C_{i\,j}$ = Costos para la actividad j destinada a la recuperación de la ZIH i ($/ha/año.).

Ar_i = Área a recuperar en la ZIH i (ha).

OC_i = Volumen del agua captada en ZIH i (m^3/ha/año).

3.3.2.5. Valor del agua según su uso (Insumo de producción)

El riego de los cultivos, es una de las actividades que más consumo hace del recurso agua. En condiciones normales, más del 80% se dedica a la agricultura. El riego incrementa la productividad agrícola y este cambio en la producción puede ser utilizado para calcular el valor del agua, pues multiplicado por el precio del producto agrícola (mercado) da un valor aproximado del agua usada en la agricultura.

Para determinar el valor del agua como insumo de producción se uso la fórmula planteada por Barzev (2000):

$$VPA = Vpcr - Vpsr$$

Donde:

VPA = Valor del agua en la producción agrícola ($/ha).

Vpcr = Valor de la producción agrícola con riego ($/ha).

Vpsr = Valor de la producción agrícola sin riego ($/ha).

3.3.2.6. Valor de los costos administrativos y de operación

Este valor contempla los gastos que se realiza en cuanto al mantenimiento de la infraestructura y gastos administrativos, los cuales son valorados de acuerdo al costo administrativo y de operación por metro cúbico que están en vigencia en la comunidad por parte de la junta de agua.

3.3.2.7. Valorización de la demanda hídrica mediante el método de valorización contingente (valor de opción)

Para el cálculo de la demanda hídrica actual se utilizó los datos que se obtuvo en la caracterización ecológica. Sin embargo,

también se recurrió a otras técnicas, basadas en la opinión directa de los consumidores sobre los servicios ambientales que reciben de forma directa o indirecta del bosque, relacionados con el recurso hídrico. Esto se logró a través de la aplicación de una encuesta *in situ*, la cual se presenta en la figura 2 del apéndice.

Básicamente, se preguntó, cuánto estaría dispuesto a pagar (DAP) para recibir el beneficio del recurso hídrico. Lo que se buscó son las valorizaciones personales de los encuestados frente al crecimiento y la reducción de la cantidad de un bien, un contingente, en un mercado hipotético.

El método que se utilizó, la entrevista personal directa, asegura la calidad de la aplicación de la encuesta, el control del tiempo, mayor información presentada al encuestado y orden de las preguntas.

Para descubrir la disposición a pagar (DAP) de los encuestados se utilizó una encuesta de formato subasta, la cual se encuentra en la figura 2 del apéndice.

El tamaño de la muestra se calculó en base a la ecuación siguiente:

$$n = \frac{NZ^2 pq}{(N-1)e^2 + Z^2 pq}$$

Donde:

N: Tamaño del universo.
n : Tamaño de la muestra.
Z: Nivel de confianza de la estimación, considerando el 95 % de confianza.
p: Probabilidad de aceptación (0,5).

q: Probabilidad de rechazo (0,5).

e : Margen de error(10%).

$$n = \frac{(2250)\times(1{,}96)^2\times(0{,}5)\times(0{,}5)}{(2250-1)\times(0{,}1)^2+(1{,}96)^2\times 0{,}5\times 0{,}5} = 92{,}1 \approx 100...encuestas$$

La muestra para determinar la importancia hídrica y la disposición de pagar por el servicio ambiental hídrico es de 100 encuestas. Las encuestas se las presenta en la figura 1 y 2 del apéndice

3.3.2.8. Balance hídrico en términos económicos de la microcuenca Aguilán

El balance hídrico en términos económicos de la microcuenca Aguilán, se determinó en base a la oferta y la demanda del recurso hídrico.

Además se comparó los beneficios económicos que goza la comunidad por seguir consumiendo agua gratis de la naturaleza, relacionando el costo actual con el costo real obtenido a través de la valoración económica ambiental.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la investigación para caracterizar ecológicamente la microcuenca Aguilán y el de valorar el servicio ambiental hídrico, se muestran a continuación:

4.1. CARACTERIZAR ECOLÓGICAMENTE LOS RECURSOS NATURALES DE LA MICROCUENCA AGUILÁN

En la caracterización de los recursos naturales de la microcuenca Aguilán se logró determinar los resultados que se presentan a continuación.

4.1.1. Análisis Morfométrico de la Microcuenca Aguilán

A continuación se presenta los resultados obtenidos del análisis morfométrico de la microcuenca Aguilán, detallados en el cuadro 1.

.

Cuadro 1 . Analisis Morfométrico de la Microcuenca Aguilán.

FACTOR	*UNIDAD*	*VALOR*
Área	km^2	9,78
Perimetro	km	17,27
Logitud axial	km	6,88
Ancho promedio	km	1,42
Factor de Forma (Gravelius)		0,21
Coeficiente de Capacidad		3,12
Indice de Alargamiento.		4,40
Indice de Homogenidad.	m	0,46
Indice Asimétrico		2,57
Altitud Media	m.s.n.m	3078,23
Altura Media.	m	500,00
Pendiente Media	%	41,80
Coeficiente de Masividad.	km/km^2	0,05
Coeficiente Orografico		25,00
Orientación	Grados	18° al este
Densidad de Drenaje	km/km^2	2,77

Elaborado: Piñeda (2005).

El área de la microcuenca Aguilán, es de 9,78 km^2 según el centro interamericano de desarrollo integral de aguas y tierras citado por Escobar (2001), por la superficie que posee se clasifica como microcuenca. Según el Método de Capacidad y el Factor de Forma de Gravelius, determina que la microcuenca es muy poco suceptible a las crecidas, ya que es alargada y su valor está muy cercano a 0.

La microcuenca es asimétrica, su cauce principal se encuentra recargado a un lado y el drenaje no es homogéneo de una vertiente a otra, ya que existen valores superiores a 1, en el presente caso el valor es de 2,57.

Los resultados de altitud media y mediana de altitud indican que el tipo de cobertura vegetal natural pertenece a bosque del piso montano, con elevadas precipitaciones y baja temperatura.

En lo referente a la pendiente se considera accidentado lo que indica que existe infiltración y mayor fuerza de arrastre. Según el coeficiente de capacidad el relieve es pronunciado, característico de cuencas pequeñas y montañosas, y marcados desniveles. Con respecto al relieve, éste es pronunciado típico de áreas montañosas.

La densidad del drenaje del área tiene un valor de 2,77 por lo que según la clasificación de las Leyes de Horton y la orografía accidentada e inclinada mantiene un buen drenaje; esto significa que la producción de sedimentos y escorrentía es baja, el riesgo de crecidas bajo y los caudales de estiaje altos.

4.1.2. Balance Hídrico (Oferta Hidrica de la Microcuenca Aguilán)

Para la oferta hídrica de la microcuenca Aguilán, se estimó el volumen de infiltración media anual como la cantidad correspondiente a la oferta hídrica que brinda la microcuenca para las diferentes actividades que realiza la población local.

4.1.2.1 Determinación del volumen de Precipitación media total

El volumen de precipitación media anual total de la microcuenca Aguilán es de 8 615 871,70 m^3/año. Este resultado se obtuvo determinando la precipitación media anual de la microcuenca a través del método de isoyetas a la que se le multiplica por el área de la unidad hidrológica que es de 9 779 650 m^2.

$$Ppt = 0{,}881 \text{ m/año} \times 9\,779\,650 \text{ m}^2.$$

$$= 8\,615\,871{,}70 \text{ m}^3\text{/año}.$$

Los valores obtenidos a través del método de isoyetas se presentan en el cuadro 2 y el mapa de isoyetas se observa en la figura 7, además se determinó la precipitación mensual de la microuenca Aguilán en un período de 28 años, ver los resultados en la tabla 5 del apéndice

Cuadro 2. Datos de precipitación por el método de Isoyetas en la microcuenca Aguilán.

Isoyetas	**Area encerrada ha**	**Precipitación media mm**	**Volumen de precipitación mm**
800	149,486	825	123325,95
850	519,896	875	481159,00
900	277,617	925	256795,72
Total			**861280,67**
Precipitación media			**881,55**

Elaborado: Piñeda (2005).

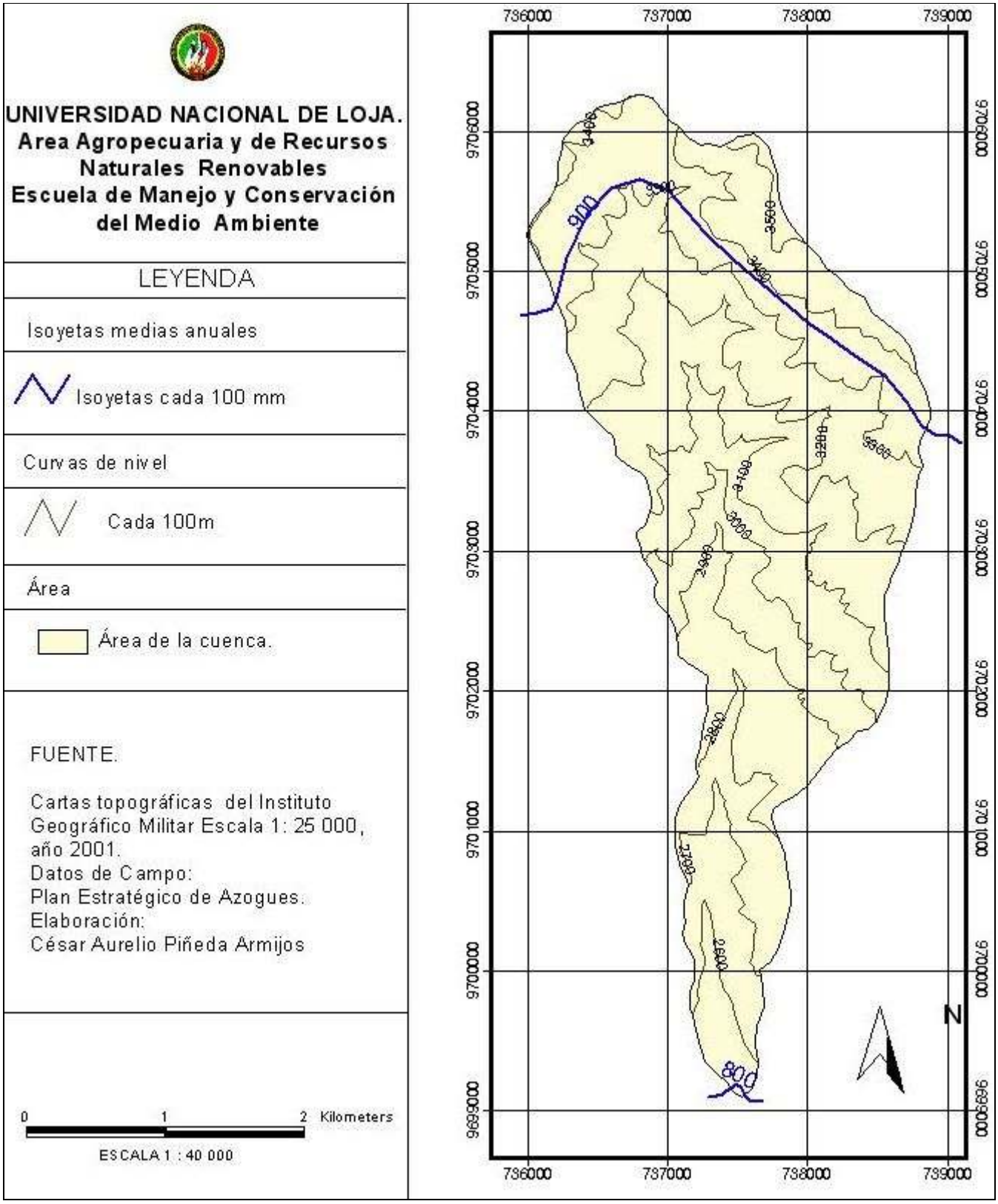

Figura 7. Mapa de isoyetas de la microcuenca Aguilán.

4.1.2.2. Volumen de ecurrimiento medio anual

El volumen de escurrimiento medio anual de la microcuenca es de 4 307 995,83 m^3/anuales, resultado que se obtuvo a través de los datos de precipitación media anual (881 mm/año), coeficiente de escurrimiento (0,5)[1] y el área de la microcuenca (9 779 650 m^2).

Vm = 9779650 m^2x 0,5 x 0,881 m/año

Vm = 4307995,83 m^3/año

4.1.2.3. Volumen de evapotranspiración

El volumen de evapotraspiración de la microcuenca Aguilán es de 2 905 674,33 m^3/año (599,32mm/año). Este valor resulta al utilizar datos como: la precipitación media anual (881 mm/año), la temperatura media anual (14,1 ºC) y el factor de evaporación (0,675)[2]

Los calculos para determinar el volumen de agua por evapotranspiración se presentan a continuación.

Volumen de agua por evapotraspiración= (8615871,70 m^3/año – 4307995,83 m^3/año) x 0,675

Volumen de agua anual por evapotranspiración= 2907857,68 m^3/año

---

[1] Los valores para determinar el coeficiente de escurriminto se presentan en las tablas 9 y 10 del apéndice.
[2] Los valores para determinar el coeficiente de evapotranspiración se presenta en la figura 3 del apéndice.

La temperatura media anual se determinó mediante el método de isotermas y se obtuvo los datos que se presentan en el cuadro 3 como también el mapa de isotermas que se muetra en la figura 8, además se elaboró una tabla de la temperatura media mensual en la microcuenca aguilán con un periodo de 28 años la que se presenta en la tabla 9 del apéndice.

Cuadro 3. Datos de temperatura por el método de Isotermas en la microcuenca Aguilán.

Isotermas	Área encerrada por isotermas ha	Temperatura Media en ^{o}C	Producto del área entre isotermas por la temperatura media entre dos isotermas
13	349,2	13,5	4714,2
14	628,1	14,5	9107,5
TOTAL	977,3		**13821,7**
Temperatura media			**14,1**

Elaborado: Piñeda (2005).

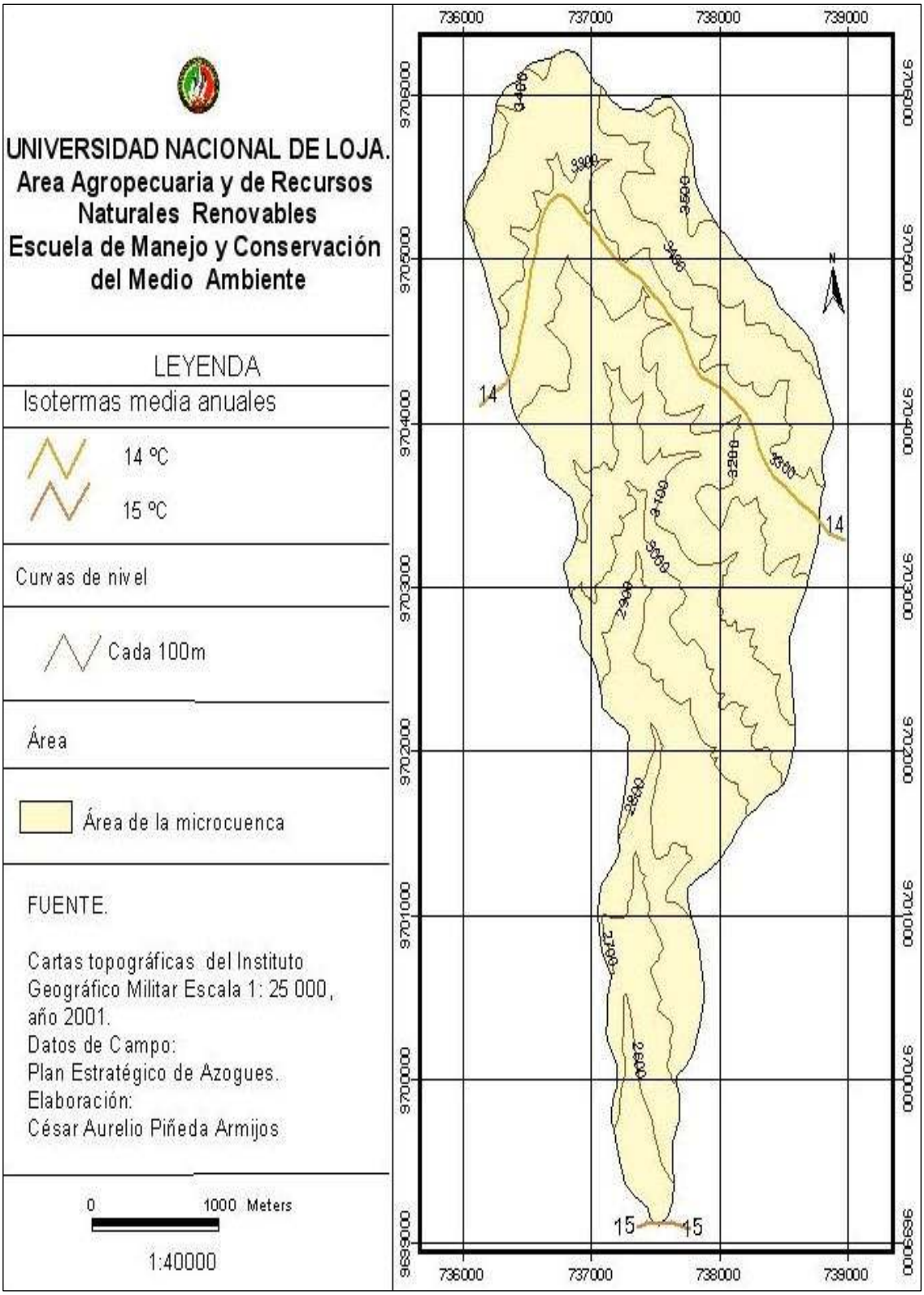

Figura 8. Mapa de isotermas de la microcuenca Aguilán

4.1.2.4. Volumen de agua de infiltración (Oferta hídrica)

La oferta hídrica de la microcuenca Aguilán resulta de relacionar los valores de Volumen de precipitación media anual total, el volumen de escorrentía media anual y el volumen de evapotraspiración media anual, con lo cual se obtiene el volumen de infiltración de agua en el suelo, estos datos son presentados en el cuadro 4.

Cuadro 4. Balance hídrico (Oferta hídrica de la microcuenca Aguilán).

BALANCE HIDRICO		
Oferta hídrica Total de la Microcuenca	Área de la Microcuenca Precipitación media Oferta hídrica total /año	9779650 m^2 881,55mm /año 86158915,70 m^3
Escorrentía.	*50 % del agua precipitada	4307995,83 m^3
Evapotranspiración.	*34 % del agua precipitada	2907857,68 m^3
Infiltración del agua en el suelo	*16 % del agua precipitada	1400018,19 m^3

* Los porcentajes con éste signos resultan de relacionar la escorrentia, la evapotranspiración y la infiltración del agua en el suelo con la precipitación total de la microcuenca Aguilán.

El volumen de oferta hídrica de la microcuenca es de 1 400 018,19 m^3/año, de la cual el volumen de precipitación total de la microcuenca es de 8 615 871,70 m^3/año, donde hay un estimado promedio del volumen de escorrentia de 4 307 995,83 m^3/año que representa el 50 % de la precipitación total y el volumen de evapotranspiración con un estimado de 2 907 857,68 m^3/año que representa 34 % de la precipitación total.

El volumen de infiltración del agua en el suelo es de 1 400 018,19 m^3/año que representa el 16 % de la precipitación total, que es la cantidad de agua utilizable para las diferentes actividades que realizan las familias de la microcuenca Aguilán.

4.1.3. Caudal Generado en la Microcuenca Aguilán

Los caudales registrados en la microcuenca se presentan en el cuadro 8, los cuales incluyen el registro del caudal en la garganta de la unidad hidrológica y los caudales de las fuentes de agua para uso doméstico en las comunidades de Aguilán, Zhindilig y Sageo.

Los lugares donde se tomaron los registros de caudal de la microcuenca se presentan en la cuadro 5 y los sitios donde se tomaron los caudales se presentan en la figura 9.

Cuadro 5. Caudales de los sistemas de agua en las diferentes localidades en la microcuenca Aguilán.

Comunidad	Lugar	Caudal (l/s)
Aguilán	Zhucus huayco	0,8
	Zhucos Alto	1,6
	Cebada Loma	0,8
	Mesa loma	0,4
	Boca toma de la microcuenca	31,6
	Caudal total en la comunidad Aguilán	**35,2**
Sageo	Aguarongopamba	0,4
	Aguarongopamba dos	0,4
	Soldado pugro	1,8
	Guardias dos	0,8
	Guardias uno	0,9
	Caudal total en la comunidad de Sagueo	**4,3**
Zhindilig	Manzanahuaico	1,5
	Alpachaca	1,0
	Caudal total en la comunidad de Zhindilig	**2,5**
Caudal total generado en la microcuenca		**42,0**

Elaborado: Piñeda (2005).

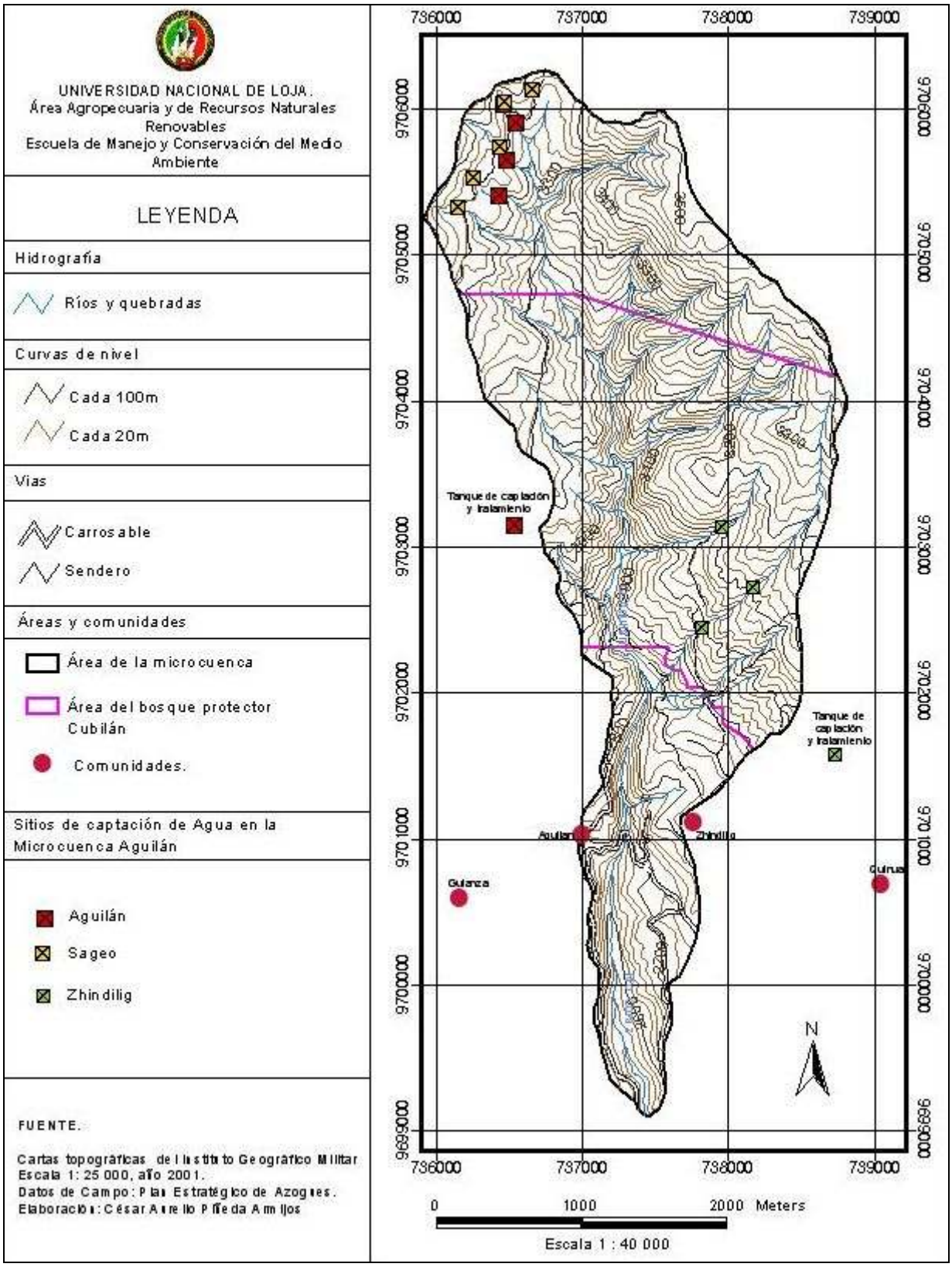

Figura 9. Mapa de sitios de captación de agua la microcuenca Aguilán.

Del cuadro 8 se pudo determinar que existen caudales que no benefician a los habitantes de la microcuenca Aguilán, sino a otros habitantes pertenecientes a las comunidades de Sageo y Zhindilig, las que se ubican fuera la microcuenca de estudio, El caudal de agua utilizado por las comunidades es del 16, 2% (6,8 l/s) de la que se generada en el área de la microcuenca (45 l/s.)

A continuación en la figura 10, se presentan los caudales de agua que utilizan las comunidades Aguilán, Sageo y Zhindilig, para uso doméstico y el caudal de la garganta de la microcuenca o boca toma.

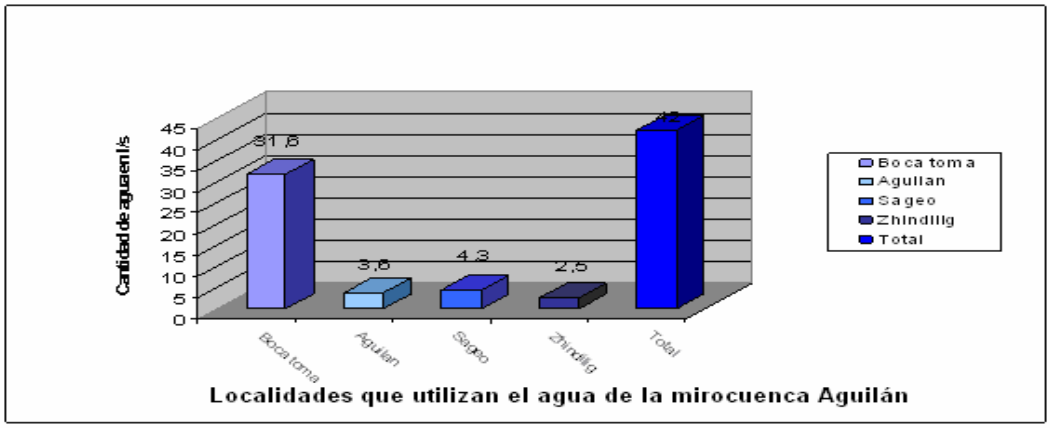

Figura. 10. Caudales generados por la microcuenca Aguilán y comunidades que utilizan el recurso.

Del gráfico 11 se puede determinar que la microcuenca genera en promedio un caudal de 42 l/s o 0,045 m^3/s, lo que representa una generación anual de 1 324 512 m^3/año[3] que es muy semejante al valor determinado en el Balance Hídrico de la microcuenca y representa la cantidad de agua disponible para los diferentes usos en las actividades diarias de los habitantes que se benefician de este recurso.

[3] Valor que resulta de: 42 l/s*3600s/h*24h/día*365dias/año*1m^3/1000 l.

4.1.4. Calidad del Agua de La Microcuenca Aguilán

La figura 11 muestra el lugar de captación y tratamiento del agua que se utiliza para uso doméstico por parte de la comunidad de Aguilán, donde se realizó el muestreo para el análisis químico y físico del agua.

Figura 11. Planta de captación y tratamiento del agua para la comunidad de Aguilán.

Los resultados se comparan con la Normativa de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso agua del Ecuador, que en el numeral 4.1.1.2 manifiesta que esta norma se aplica durante la captación y se refiere a las aguas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de tratamiento convencional. El contenido y parámetros de la norma se presenta en la tabla 12 del apéndice.

La calidad del agua de la microcuenca Aguilán se determinó a través de análisis químico y físico realizado en el laboratorio de la Dirección de Gestión Ambiental de ETAPA en la ciudad de Cuenca, cuyos resultados se comparó con la normativa de calidad Ambiental que rige en el Ecuador, para determinar si el agua es apta para consumo humano y uso doméstico de la población beneficiada. Los resultados del análisis del agua se presenta en el cuadro 6.

Cuadro 6. Resultados del análisis de la calidad de agua de la microcuenca Aguilán y los parámetros comparables de la normativa ecuatoriana.

PARAMETRO	METODO	FECHA Realización	UNIDADES	TANQUE ABASTECIMIENTO AGUA POTABLE 057/01/05	PARÁMETROS PERMISIBLES PARA AGUA DE USO DOMESTICO QUE REQUIERE TRATAMIENTO CONVENCIONAL
OD	PEE/LDGA/FQ/02	2005/03/02	mg/l	8,00	No menor a 80% (no < 6 mg/l)
pH	SM 4500 H B	2005/03/02		6,65	6-9
COLOR APARENTE*		2005/03/04	UC	11,00	100
TURBIEDAD*		2005/03/04	NTU	1,42	1,42
COLIFORMES TOTALES	SM 9221 E	2005/03/04	NMP/100 mi	140,00	600
DB05	PEE/LDGA/FQ/01	2004/03/10	Mg/l	0,70	2,0
CONDUCTIVIDAD	SM 2510 B	2005/03/10	µS/cm	26,40	
SOLIDOS TOTALES	SM 2540 B	2005/03/11	Mg/l	71,00	400

El cuadro anterior establece, que el agua que consumen los habitantes de la comunidad de Aguilán está dentro de los parámetros permitidos por la norma de calidad ambiental y descarga de efluentes del país. Lo cual permite manifestar la importancia que tiene la zona de páramo, bosque y matorral dentro de la microcuenca Aguilán en brindar el servicio ambiental hídrico, en cantidad y calidad.

El agua para consumo doméstico que brinda la microcuenca Aguilán posee un índice medio de calidad de agua de 87[4] , él que resulta, de multiplicar el peso de cada variable determinada en el laboratorio por el peso de la calidad de cada uno de estos parámetros en función a los parámetros permisibles de calidad de agua en la legislación ecuatoriana, este valor determina que el agua es de características buenas para su uso. Estos valores se presentan en el cuadro 7.

Cuadro 7. Calidad del agua de la microcuenca Aguilán.

Parámetro	Peso de cada variable modificada	Peso de calidad (0-100)	Valor de la calidad del Agua
Oxigeno Disuelto	0,24	75	18,0
Coliformes fecales	0,21	80	16,8
pH	0,17	100	17,0
DBO	0,14	80	11,2
Turbidez	0,12	100	12,0
sólidos Totales	0,12	100	12,0
Total	1	535	87

Elaborado: Piñeda (2005).

4.1.5. Enfermedades Producidas por El Consumo del Agua de Uso Doméstico en La Microcuenca Aguilán.

Las enfermedades que se presentan con mayor frecuencia en la población de Aguilán que se asocian al consumo de agua de la microcuenca y, que son registradas en el dispensario médico de la comunidad de Aguilán son las que se presentan en la figura 12.

[4] De acuerdo a la tabla 5 de la metodología, en la página 46

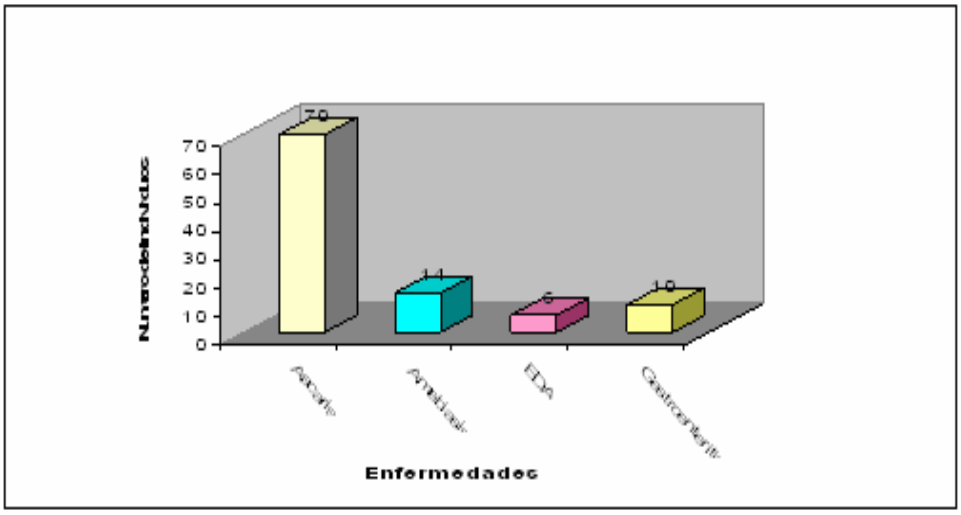

Figura 12. Enfermedades producidas por el consumo de agua en la Microcuenca Aguilán**.**

De la figura anterior se establece que el 70 % de los pobladores de la microcuenca Aguilán tienen problemas de ascariasis, el 14% con amebiasis, el 10% gastroenteritis y el 6 % tienen la enfermedad del EDA (enfermedad diarreica aguda).

Estos resultados determinan que existen microorganismos patógenos, pero esto no se debe a que el agua es de mala calidad sino que depende en muchos de los casos a la falta de higiene y al saneamiento deficiente así lo menciona Fernández (2004).

La falta de higiene se da por la convivencia de animales menores o por la falta de obras de saneamiento ambiental dentro de la comunidad de Aguilán, esta convivencia y falta de obras de saneamiento, genera un ambiente propicio para la proliferación de enfermedades gastrointestinales, ya que éstas, son trasmitidas por el agua contaminada con desechos humanos o de animales dentro de los hogares.

4.1.6. Cobertura Vegetal

4.1.6.1. Cobertura vegetal en la microcuenca Aguilán

En la figura 13 se muestra una panorámica de la microcuenca Aguilán, donde se puede apreciar la cobertura vegetal existente en la zona de estudio.

Figura 13. Vista panorámica de la microcuenca Aguilán.

En el cuadro 8 se presentan los tipos de cubierta vegetal encontrados en la microcuenca Aguilán.

Cuadro 8. Tipos de cobertura vegetal identificadas en la microcuenca Aguilán con sus respectivas superficies y porcentajes.

Categoría de cobertura	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Bosque nativo	384,87	39,36
Matorral	207,52	21,22
Páramo	108,68	11,11
Pastizal	147,66	15,10
Pastizal más cultivo	36,57	3,74
Plantación de eucalipto	71,31	7,29
Plantación de pino	1,26	0,13
Total	**957,87**	**100,00**

Elaborado: Piñeda (2005).

La microcuenca Aguilán está cubierta por diferentes tipos de vegetación que ocupa una superficie de 957, 87 ha, de las cuales, las categorías de mayor extensión en porcentajes en relación al área de la cuenca son: el bosque nativo con 39,36 %, el matorral arbóreo ralo con el 21,22 %, el pastizal con 15,10 % y por último el páramo con 11,11 %. Para mejor comprensión se presenta la figura 14 que demuestra la distribución de la cubierta vegetal de la microcuenca Aguilán en porcentajes.

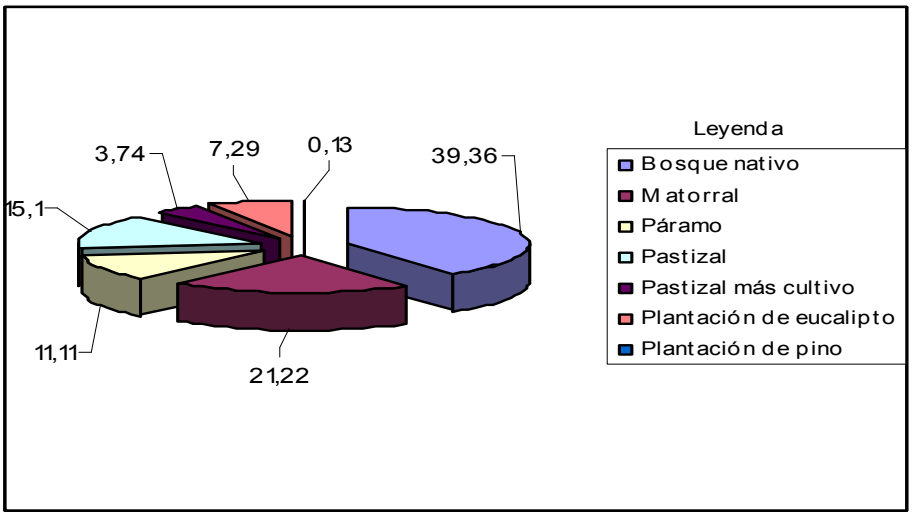

Figura 14. Porcentajes de cada categoría de cobertura vegetal de la microcuenca Aguilán.

Las categorías de cobertura de bosque denso, matorral, pastizal y páramo en la microcuenca Aguilán ocupan una superficie del 89,79% del total del área de la microcuenca que favorece a la prestación del servicio ambiental hídrico, mediante la captación, infiltración y regulación de caudales en la microcuenca Aguilán.

Los diferentes tipos de cobertura vegetal determinados en la microcuenca Aguilán se presenta en la figura 15.

La interacción de los componentes de la cobertura vegetal de la microcuenca Aguilán, como el suelo, el agua, las plantas y los animales, permiten desempeñar muchas funciones vitales como es el almacenamiento de agua; protección contra tormentas y mitigación de inundaciones; estabilización y control de inundaciones, estabilización y control de la erosión; recarga y descarga de las aguas subterráneas; purificación del agua, retención de nutrientes, sedimentos y sustancias contaminantes; y estabilización de las condiciones climáticas locales como la precipitación y temperatura.

Además de las funciones vitales que brinda la cobertura vegetal de la microcuenca Aguilán, también ofrece beneficios económicos como: suministro de agua (calidad y cantidad), recursos energéticos, recursos silvestres, y oportunidades de recreación y turismo.

Para, crear conciencia sobre la importancia que tiene la cobertura vegetal de la microcuenca Aguilán como sistemas que apoyan a la vida, es primordial expresar estos distintos valores y servicios en términos económicos.

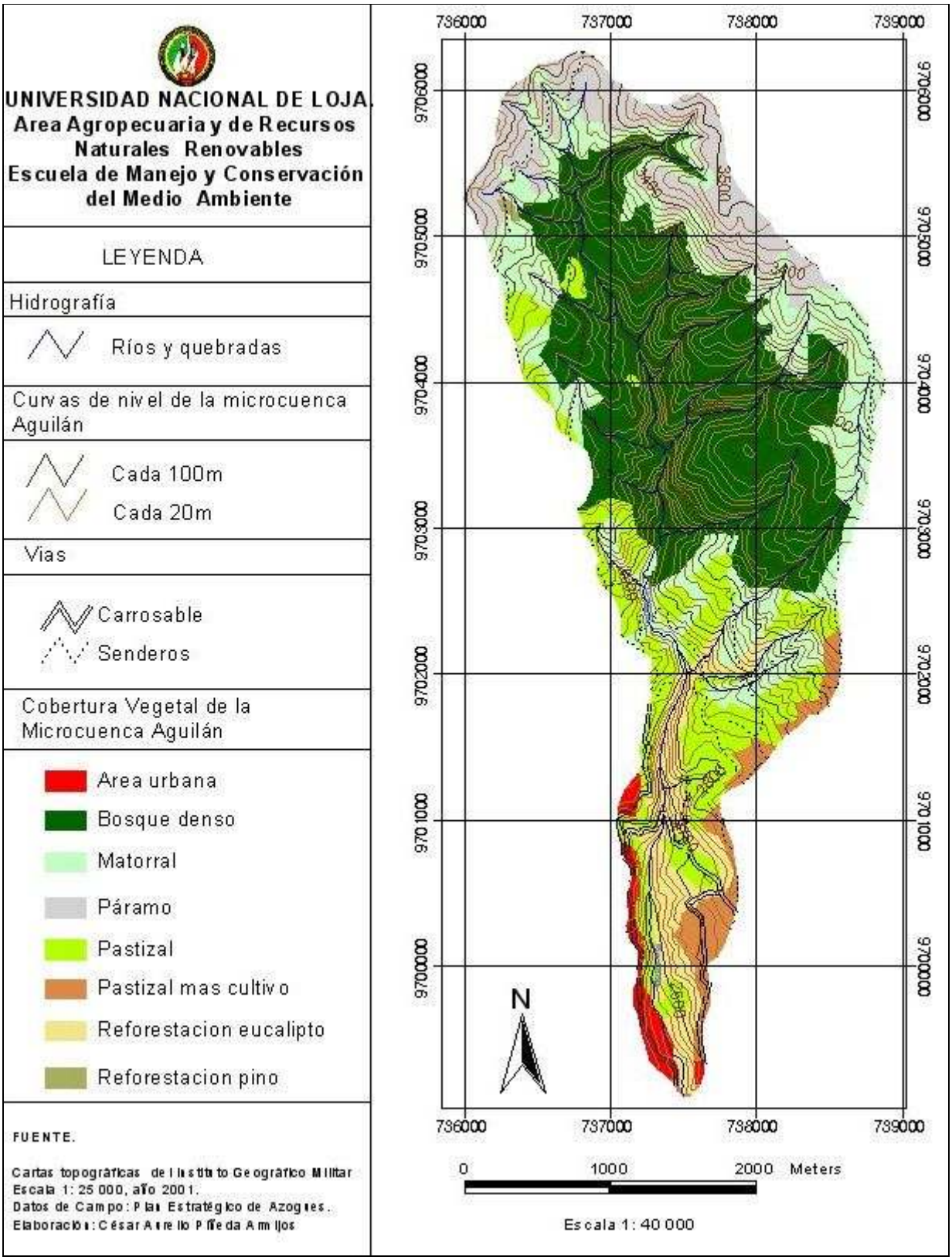

Figura 15. Mapa de cobertura vegetal de la microcuenca Aguilán.

Es importante señalar, que parte del Bosque Protector Cubilán se encuentra dentro de la microcuenca Aguilán, ocupando un área de 535,77 ha que equivale al 63,94 %, del total de la microcuenca y contiene bosque denso 63,94 %, matorral 24,10 %, pastizal 9,03 %, páramo 1,99 % y 0,926 % de pastizal más cultivo.

Los valores de la superficie y porcentajes de la cobertura vegetal del Bosque Protector Cubilán se presentan en el cuadro 9 y en la figura 16.

Cuadro 9. Tipos de cobertura vegetal del Bosque Protector Cubilán.

Categoría de cobertura	**Superficie Ha**	**Porcentaje %**
Bosque denso	342,615	63,947
Pastizal	48,390	9,032
Pastizal mas cultivo	4,978	0,929
Matorral	129,140	24,103
Páramo	10,654	1,989
Total	**535,777**	**100,000**

Elaborado: Piñeda (2005).

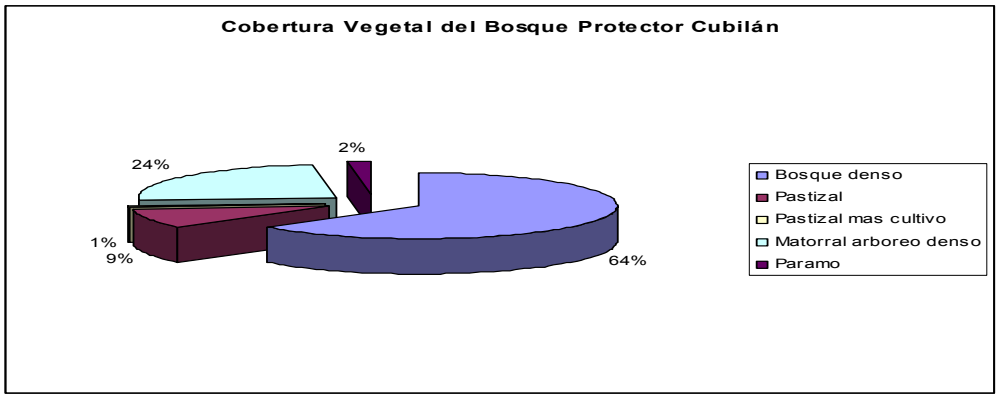

Figura 16. Porcentajes de la cubierta vegetal del Bosque Protector Cubilán.

La categoría de pastizal más cultivo y pastizal es un indicador de las actividades que han venido desarrollando los comuneros dentro del Bosque Protector Cubilán, pero éstas se redujeron en gran medida luego de la declaración de bosque protector..

4.1.6.2. Caracterización de los tipos de cobertura vegetal

4.1.6.2.1. Bosque denso

4.1.6.2.1.1. Estrato arbóreo

Este tipo de cobertura ocupa 384,8 ha que representa el 39,36 % de la microcuenca, se identificaron 28 especies mayores o iguales a 10 cm de DAP, incluidas en 23 géneros y 18 familias. El número de especies es bajo en comparación a sitios como Yangana en donde se encontraron 90 especies (Madsen & Ollgaard, 1994) y Huashapamba 71 especies (Pardo y Mogrovejo, 2004). El número total de árboles por hectárea mayores o iguales a 10 cm es de 1 105 que es alto en relación a los registrados por Maza (2002) con 844 árboles por hectárea.

Las tres especies con mayor densidad relativa (DR) son el sarar (*Weinmannia fagaroides*) con 22,17 %, el killoyuyo (*Miconia bracteolata*) con 10,86 % y cebollar (*Miconia tinifolia*) con 9,05 %.

Las tres especies de mayor presencia en la zona son el sarar (*Weimannia fagaroides*) con 17,63 %, seguida de llipis (*Gynoxys cf. laurifolia*) con 11,46 % y aliso (*Alnus acuminata*) con 9,12 %.

Ecológicamente existen tres especies importantes o que regulan las entradas y salida de energía (IVA), éstas son: *Weinmannia fagaroides* con 39,80 %, *Miconia bracteolata* con 19,02 % y *Alnus acuminata* con 17,72 %. Los valores totales del bosque se encuentran en el cuadro 2 del apéndice.

En cuanto a regeneración natural se encontró en total 12800 plántulas por hectárea que es un número alto ya que según Finol citado por Lampretch (1990), en un estudio realizado en los andes Venezolanos se registró una alta regeneración natural con 4000 a 12000 individuos por hectárea. Las tres especies que presentan el mayor número de individuos son: el guagual (*Myrcianthes sp*.) con 3600 individuos por hectárea, seguido por el duco (*Symplocos clethrifolia*) y el killoyuyo (*Miconia brateolata*) con 1900 y 1200 individuos por hectárea respectivamente. El listado total de especies se presenta en el cuadro 3 del apéndice.

4.1.6.2.1.1 Estrato arbustivo

En este estrato se identifico 14 familias que incluyen 16 géneros y 17 especies, el número total de individuos por hectárea es de 9400. Las especies más abundantes son: el suro (*Chusquea sp*.) con 2000 individuos por hectárea, seguida por *Disterigma*

alaternoides y *Piper sp*, con 1000 y 800 individuos por hectárea respectivamente. El listado total de especies se encuentran en el cuadro 4 del apéndice.

4.1.6.2.2. Matorral

Este tipo de cobertura tiene una superficie de 207,52 ha que representa el 21,22 % del total de la microcuenca. Se encontró 17 familias que incluyen 27 géneros y 33 especies.

Las especies más densas en este tipo de cobertura son *Blechnum sp*, con 1680 individuos por hectárea, seguido de *Brachyotum confertum* y *Lomatia hirsuta* ambos con 1280 individuos por hectárea. Los valores de todas las especies se presentan en el cuadro 5 del apéndice.

4.1.6.2.3. Páramo

Representa el 11,11 % del total de la microcuenca con una superficie de 108,69 hectáreas. Se identificaron 20 familias que incluyen 31 géneros y 33 especies. El 90 % de esta cobertura esta dominado por *Stipa ichu* seguido por *Paspalum bonplandianum* con 40600 y *Jamesonia goudotii* con 18000 individuos por hectárea. Este páramo herbáceo presenta ciertos elementos arbustivos entre los que se destacan *Puya hamata*, *Myrica parviflora* y *Lomatia hirsuta*. El listado total de especies se presenta en el cuadro 6 del apéndice.

4.1.6.2.4. Pastizal

Ocupa 147,67 hectáreas que representa el 15,10 % del total de la superficie de la cuenca. El 90 % se encuentra cubierto por kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), holco (*Holcus lanatus*), raygras (*Lolium multiflorum*) y trébol blanco (*Trifolium repens*). Además existen otras especies herbáceas dispersas como: *Fragaria sp*., diente de león (*Taraxacum denslionii*) y Gamochaeta americana. El listado total de especies se presentan en el cuadro 7 del apéndice.

4.1.6.2.5. Pastizal más cultivo

Este complejo se encuentra en las partes bajas de la microcuenca tiene una superficie de 36,57 hectáreas, que representa el 3,74 % del total de la superficie de la microcuenca. El 70 % lo conforman cultivos de productos como: maíz (*Zea mays*), fréjol (*Phaseolus vulgaris*), haba (*Vicia faba*) y papa (*Solanum tuberosum*) y el restante 30 % pastizales de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), raygras y holco (*Holcus lanatus*).

4.1.6.2.6. Plantación de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*)

Este tipo de cobertura tiene una superficie de 71,312 hectáreas que representa el 7,29 % del total de la microcuenca, la mayoría de los árboles tienen

un diámetro promedio de 60 cm DAP y la altura del dosel es entre 18 a 20 m. El distanciamiento de la plantación es de 4 X 4 m y dentro de ésta se encuentran ciertos elementos florísticos nativos dispersos que se presentan en el cuadro 10.

Cuadro 10. Especies nativas que se encuentra creciendo bajo el dosel de la plantación de *Eucalyptus globulus* en la microcuenca Aguilán.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Poaceae	*Stipa ichu* (Ruiz & Pav.) Kunth	Paja
Asteraceae	*Aristiguietia persicifolia* (Kunth) R.M.King & H. Rob.	
Clethraceae	*Clethra fimbriata* Kunth.	Almiscle
Ericaceae	*Gaultheria erecta* Vent.	
Rubiaceae	*Arcytophyllum rivetii* (Danguy & Cherm.	
Cunoniaceae	*Weinmannia fagaroides* Kunth	Sarar
Myricaceae	*Myrica pubescens* Humb & Bonpl. ex Willd.	Laurel
Violaceae	*Viola arguta* Willd. ex Roem. & Schult.	
Asteraceae	*Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers.	Chilca hoja larga
Polypodiaceae	*Niphidium crassifolium* (L.) Lellinger	
Myrsinaceae	*Myrsine dependens* (Ruiz & Pav.) Spreng.	
Pteridaceae	*Pteridium arachnoideum* (Kaulf.)Maxon	Llashipa

Elaborado: Piñeda (2005).

4.1.6.2.7. Plantación de Pino (*Pinus patula*)

Ocupa un área de 1,26 hectáreas que representa el 0,13 % del total de la microcuenca, los datos oscilan entre 20 a 30 cm DAP y la altura del dosel entre 8 -10 m. Cabe destacar que no se han practicado labores de silvicultura como podas. El distanciamiento de la plantación es de 4 x 4 m y dentro de ésta y alrededor se encuentran elementos florísticos que se presentan en el cuadro 11.

Cuadro 11. Especies nativas que se encuentra creciendo en las plantaciones de *Pinus patula* en la microcuenca Aguilán.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Lamiaceae	*Salvia corrugata* Valh	
Asteraceae	*Aristiguietia persicifolia* (Kunth) R.M.King & H. Rob.	
Asteraceae	*Munnozia senecionidisi* Benth.	
Clethraceae	*Clethra fimbriata* Kunth.	Almiscle
Proteaceae	*Lomatia hirsuta* (Lam.) Pers.	Cucharillo chico
Ericaceae	*Gaultheria erecta* Vent.	
Cunoniaceae	*Weinmannia fagaroides* Kunth	Sarar
Araliaceae	*Oreopanax sessiliflorus* (Benth) Decne & Planch.	
Myricaceae	*Myrica pubescens* Humb & Bonpl. ex Willd.	Laurel
Myrtaceae	*Myrcianthes* sp.	Guagual
Violaceae	*Viola arguta* Willd. ex Roem. & Schult.	
Ericaceae	*Disterigma alaternoides* (Kunth.) Nied.	
Asteraceae	*Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers.	Chilca hoja larga
Asteraceae	*Ageratina fastigiata* (Kunth) King. & H. Rob.	
Asteraceae	*Laciocephalus patens* (Kunth) Cuatrec.	
Asteraceae	*Gynoxys laurifolia* Cass..	
Asteraceae	*Gnaphalium elegans* Kunth.	
Loranthaceae	*Gaiadendron punctatum* (Ruiz & Pav.)G. Don..	Violeta de campo
Scrophulariaceae	*Calceolaria microbefaria* Kraenzl.	
Myrsinaceae	*Myrsine dependens* (Ruiz & Pav.) Spreng.	Llashipa
Pteridaceae	*Pteridium arachnoideum* (Kaulf.)Maxon	

Elaborado: Piñeda (2005).

4.1.6.3. Endemismo y categorías de amenaza

Se registraron 6 especies endémicas para el Ecuador. Sin embargo el número de éstas podría incrementarse si se muestrea más superficie. A continuación se presentan estas especies con sus categorías de amenaza según Valencia *et al*, (2000) en el cuadro 12.

Cuadro 12. Endemismo y categorías de amenaza en la microcuenca Aguilán.

ESPECIE	FAMILIA	HABITO DE CRECIMIENTO	HABITAT	PROVINCIAS DONDE SE REGISTRAN	CATEGORIA DE AMENAZA UICN,2000
Kaunia pachanoi (B.L. Rob.)R.M. King & H. Rob	ASTERACEAE	Arbusto	Bosque andino alto hasta páramo seco (2000-3500 msnm)	Azuay y Cañar.	EN
Brachyotum confertum (Bonpl.) Triana	MELASTOMATACEAE	Arbusto	Bosque andino alto hasta páramo arbustivo o de pajonal (2400-4000 msnm)	Cañar, Loja, El Oro, Pichincha	LC
Gynoxys laurifolia (Kunth.) Cass.	ASTERACEAE	Arbol	Bosque andino alto. (2400-3450 msnm)	Azuay y Loja.	VU
Hedyosmum purpurascens Todzia	CHLORANTHACEAE	Arbolito o árbol	Bosque andino alto. (2400-3300 msnm)	Loja y Zamora.	VU
Symplocos clethrifolia B. Stahl	SYMPLOCACEAE	Arbusto, arbolito o árbol.	Bosque andino alto. (2700-3400 msnm)	Azuay, Loja y Morona Santiago.	VU
Oreopanax sessiliflorus (Benth) Decne. & Planch.	ARALIACEAE	Arbusto o árbol	Bosque andino alto hasta páramo arbustivo. (2000-3500 msnm)	Azuay, Loja, Morona Santiago, Zamora Chinchipe.	VU

Elaborado: Piñeda (2005).

En peligro (EN), Vulnerable (VU), Preocupación menor (LC)

4.1.7. Importancia de la Vegetación para la Provisión del Servicio Ambiental Hidrológico (IHP)

En el ámbito general de la microcuenca abastecedora, se determinó que su IPH promedio es de 0,80 por lo que se establece que la aptitud del área para generar el servicio ambiental hidrológico, en virtud de su cobertura vegetal y uso actual del suelo, es alta y refleja la existencia de una adecuada

cobertura vegetal arbórea apta para favorecer la infiltración, almacenamiento y retención del agua en el suelo. La calificación se presenta en el cuadro 13.

Cuadro 13. Importancia de la cobertura vegetal para la provisión del servicio ambiental hidrológico en la microcuenca Aguilán.

Nº	Tipo de cobertura vegetal y uso actual del suelo	Microcuenca Aguilán		Índice de protección hidrológica (IPH)	Importancia para proveer el SAH
		Superficie Ha	%		
1	Área Urbana(ZU)	20,06	2,05	0,00	Muy baja/nula
2	Pastizal más cultivo	36,57	3,74	0,27	Baja
3	Pastizal	147,67	15,10	0,39	
4	Plantación forestal	72,31	7,42	0,70	Alta
5	Matorral	207,52	21,22	0,80	
6	Bosque natural	384,88	39,36	1,00	Muy alta
7	Páramo	108,69	11,11	1,00	
Total		**977,96**	**100,00**	**0,80***	**Alta**

Adaptado: Rojas (2004).

* Valor obtenido al multiplicar la superficie de cada tipo de cobertura vegetal por el IPH, para luego sumar el valor de cada tipo de cobertura y dividirlo para la superficie de la microcuenca.

El área urbana calificada como nula ocupa una superficie de 20,06 ha, correspondiente al 2,05% del uso del suelo de la microcuenca abastecedora, y está conformada por la comunidad de Aguilán en la parte baja de la microcuenca. Esta área urbana carece de vegetación y en ella no se cumple la función de regular los flujos hidrológicos que permite proveer el servicio ambiental hidrológico, por el contrario favorece la presencia de grandes volúmenes de escorrentía superficial, por ello su IPH es cero.

El tipo de cobertura pastizal más cultivo calificada como baja ocupa 184,24 ha, que corresponden al 18,84% de la superficie de la microcuenca abastecedora; por su extensión ocupa el tercer lugar de importancia. Está conformada por la zona agrícola y principalmente por pastizales cuyos IPH son de 0,21 y 0,39; es decir que cumplen la función ambiental de regular los flujos de agua con una eficacia del 21 y 39%, respectivamente.

El tipo de cobertura de plantación (pino y eucalipto) y matorral calificada como alta está conformada por los tipos de cobertura plantación forestal y matorral, con predominio de éste último. La categoría cubre 279,83 ha correspondientes al 28,74 % del área de la microcuenca, su extensión ocupa el segundo lugar de importancia. La vegetación de ésta categoría se ubica en la parte media y alta de la microcuenca, se encuentra en sitios de fuertes pendientes, alrededor de nacimientos de agua, entre los pastizales y en zonas adyacentes al bosque natural y páramo arbustivo.

El matorral posee una estructura y composición más compleja en relación a la vegetación de categorías anteriores, por ello puede ejercer la función de regulación de los flujos hídricos para generar el servicio ambiental hidrológico con una eficacia del 80%. En este tipo de vegetación la gran densidad de arbustos y sus potentes sistemas radiculares interceptan la precipitación, frenan la escorrentía superficial y favorecen la infiltración de agua que, gracias a su función reguladora, contribuye a mantener la oferta de agua para la zona.

La plantación forestal es un tipo de cobertura vegetal “artificial” que se encuentra en la parte baja y alta de la microcuenca en dos bosquetes aislados. Se trata de plantaciones de *Pinus patula y Eucalyptus globulus* con una edad aproximada de entre 15 y 20 años. Se trata de plantaciones de crecimiento rápido, que en sus etapas iniciales de crecimiento tienen un elevado consumo de agua y energía que eleva los volúmenes de evapotranspiración y perjudica al mantenimiento de la oferta de agua. Sin embargo, en estado adulto contribuye a mejorar la textura del suelo y por consiguiente a disminuir la erosión y aumentar la capacidad de infiltración del agua, no obstante su rol no se equipara con la vegetación natural.

El tipo de cobertura de bosque y páramo calificada con IPH de muy alta; en conjunto cubren 493,57 ha, correspondientes al 50, 47% del área de la microcuenca abastecedora; sin embargo el predominio lo tiene el bosque natural con 384, 88 ha que representa el 39,3.

Estos tipos de cobertura mantienen su estructura y composición natural por lo que pueden cumplir la función de regular los flujos hidrológicos que permite generar el servicio ambiental hidrológico con una eficacia del 100%. Se trata de la vegetación de mayor importancia para este fin que ocupa gran superficie y se ubica en la parte alta de la microcuenca en la zona de recarga hídrica, es decir constituyen la “esponja” de agua natural en la zona de recepción de la microcuenca, que tiene marcada influencia y relevancia para la prestación del servicio ambiental hídrico.

La importancia hidrológica es mayor para el bosque natural y páramo arbustivo porque las copas de los árboles interceptan la mayor cantidad de lluvia y evitan el impacto directo al suelo; estas gotas son conducidas por adhesión y resbalamiento desde el dosel hasta el suelo donde son absorbidas por la hojarasca que conjuntamente con las raíces favorecen su infiltración. Del volumen de absorción, infiltración y retención, una parte se retiene como humedad en el suelo, otra parte se infiltra y el resto fluye gradualmente como corrientes del subsuelo para alimentar los cursos de agua de la zona y las nacientes superficiales, entre ellas las que alimentan el recurso agua para uso doméstico en la comunidad de Aguilán.

4.1.7.1. Zona de importancia hidrológica (ZIH)

La zona de importancia hidrológica de la microcuenca abastecedora de agua corresponde al área de recarga de las fuentes y cursos de agua que alimentan al sistema de agua potable de las comunas Aguilán, Sageo y Zhindilig.

Para definir se delimitó el área comprendida entre las obras de captación y la divisoria de aguas. Con el referido criterio se determinó que la zona se ubica entre los 2200 y 3080 m s.n.m. y ocupa 787,10 ha que corresponden al 80,56% de la superficie total de la microcuenca abastecedora. Datos sobre el uso actual del suelo en la zona de importancia hidrológica de la microcuenca abastecedora de agua se indican en el cuadro 14.

Cuadro 14. Tipos de cobertura vegetal y uso actual del suelo en la Zona de Importancia Hidrológica (ZIH) en la microcuenca Aguilán y la superficie que ocupa, índice de protección hidrológica e importancia para la provisión del servicio ambiental hidrológico (SAH) que les corresponde.

Nº	Tipo de cobertura vegetal y uso actual del suelo en la ZIH	Microcuenca Aguilán		Índice de protección hidrológica (IPH)	Importancia para proveer el SAH
		Superficie Ha	%		
1	Pastizal (P)	80,18	10,22	0,39	Baja
2	Plantación de pino y eucalypto	6,16	0,78	0,7	Alta
3	Matorral (Ma)	207,42	26,34	0,8	
4	Bosque denso (Bd)	384,65	48,86	1	Muy alta
5	Páramo (P)	108,69	13,80	1	
Total		**787,10**	**100,00**	**0,90***	**Muy alta**

Adaptado: Rojas (2004).

* Valor obtenido al multiplicar la superficie de cada tipo de cobertura vegetal por el IPH, para luego sumar el valor de cada tipo de cobertura y dividirlo para la superficie de la Zona de Importancia Hídrica.

En la tabla 10, se observa la existencia de una adecuada cobertura vegetal apta para la provisión del servicio ambiental hídrico. De acuerdo al IPH, se establece que esta área se encuentra bien conservada, por ello su aptitud para la producción de agua es muy alta. Esto se justifica porque en la ZIH el 62,66 % de su superficie está cubierta por vegetación de muy alta importancia hidrológica, el 27, 13 % por vegetación de alta importancia y el 10,22 % por vegetación de baja importancia.

La figura 17 representa la zona de importancia hídrica determinada en la microcuenca Aguilán.

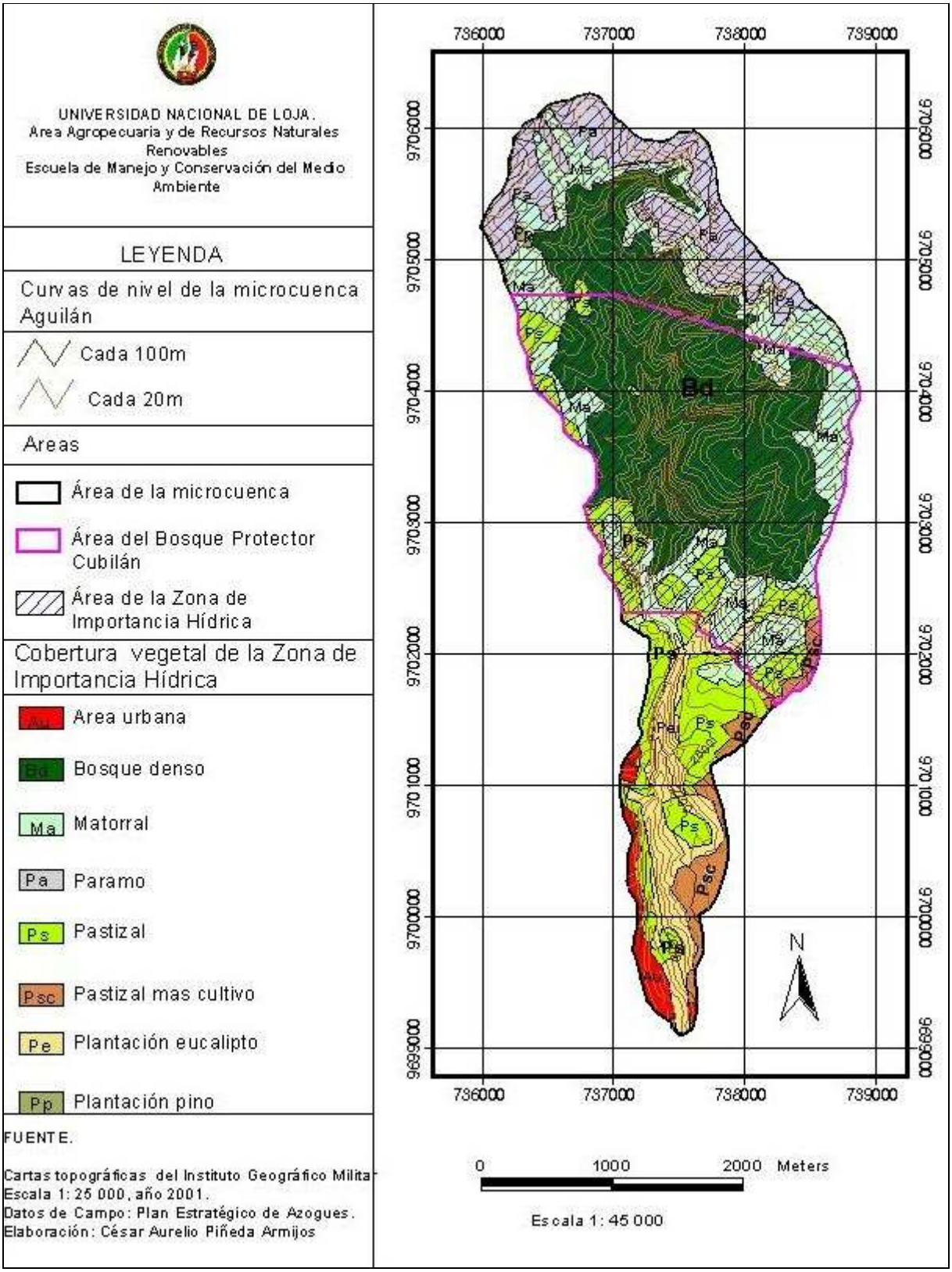

Figura 17. Mapa que muestra la zona de importancia hídrica de la microcuenca Aguilán.

4.1.8. Caracterización de la Fauna

4.1.8.1. Aves

La microcuenca Aguilán se caracteriza por ser el hábitat de un gran número de especies de aves, se registró un total de 51 especies de aves, pertenecientes a 22 familias de 7 órdenes; de las cuales el 29,4%, son poco comunes (P C), el 33,3% es Común (C) y el 37,3% es Raro (R). La mayoría de estas especies se encuentran dentro del Bosque Protector Cubilán. La diversidad es menor si se compara al estudio realizado por Maza (2002), en el sector de Curítroje (Loja) en donde se registró 149 especies de aves, probablemente las condiciones geográficas, climáticas, florísticas inciden a que se produzcan estas diferencias.

Las familias de aves más representativas dentro de la zona de estudio son: Thraupidae con 11 especies (21,57%) y la Trochilidae con 8 especies (15,69%).

Se han identificado cuatro especies endémicas, de las cuales tres son endémicas para los Andes Centrales del Sur, estas son: *Hapalopsittaca pyrrhops, Coeligena iris* y *Heliangelus viola* y una se distribuye en los Andes del Norte, ésta es *Oreotrochilus chimborazo.*

En lo referente a especies consideradas de alto riesgo en el Ecuador, se presenta una especie Vulnerable (*Falco peregrinus*), dos especies En Peligro (*Leptosittaca branickii* y *Hapalopsittaca pyrrhops*) y una especie Casi Amenazada (*Andigena hypoglauca*), según Tinoco *et al* (2004).

En el cuadro 8 del apéndice se presenta el listado total de las especies de aves registradas dentro de la zona de la microcuenca Aguilán.

4.1.8.2. Mamíferos

En la microcuenca Aguilán se determinó 10 especies de mamíferos pertenecientes a 5 órdenes y 8 familias de las cuales el 45,45 % son poco comunes (PC), el 36,36 % es raro (R) y el 18,19 % es común (C), la mayoría se encuentran en el hábitat del bosque nativo.

En el cuadro 15 se presenta el listado de especies registradas en la microcuenca Aguilán.

Cuadro 15. Lista de mamíferos existentes en la microcuenca Aguilán.

Orden	Familia	Especie	Nombre Vulgar	Categoría	Hábitat
LAGOMORPHA	Leporidae	*Sylvilagus brasiliensis*	Conejo silvestre	C	Páramo
CARNIVORA	Canidade	*Pseudazo pexculpaeus*	Lobo de páramo o raposo	PC	Bosque
CARNIVORA	Mustelidae	*Mustela Frenata*	Chucurillo o comadreja andina	PC	En toda la Microcuenca
CARNIVORA	Felidae	*Leopardos tigrinus*	Tigrillo	R	Bosque
CARNIVORA	Felidae	*Oncifelis colocolo*	Gato montano	R	Páramo y Bosque
MARSUPIALES	Cervidae	*Mazama americana*	Venado	R	Páramo
RODENTIA	Agoutidae	*Agouti taczannowskii*	Cuy del monte	C	Páramo
CARNIVORA	Procyonidae	*Nasuella olivacea*	Cuchucho	PC	Bosque
CARNIVORA	Chortidae	*Conepatus striatus*	Añingo	PC	Bosque

C: común **PC:** poco común **R:** raro

Según el Libro Rojo de Mamíferos del Ecuador se registró para el área dos especies vulnerables (*Oncifelis colocolo y Leopardos tigrinus)* y dos casi amenazadas (*Pseudazo pexculpaeus y Agouti taczannowskii*), por lo cual existe justificación para realizar diferentes proyectos dentro del Bosque Protector Cubilán dirigidos hacia la protección y conservación de dichas especies.

La importancia del bosque Protector Cubilan para la fauna y su estado de conservación se refleja en el número de especies identificadas en las diferentes coberturas vegetales presentes en la microcuenca, especialmente las zonas no alteradas del bosque. Alberga gran número de especies en riesgo, este criterio es manifestado por Maza (2002), quien menciona que la presencia de especies importantes sean éstas raras, amenazadas o en peligro se refleja en el grado de conservación del hábitat, si es alterado, la presencia de especies importantes será limitada.

La principal amenaza para la pérdida del hábitat de las especies en la microcuenca Aguilán es la tala indiscriminada de árboles para obtener madera, la ampliación de la frontera agrícola y ganadera, la cacería y el incremento de asentamientos humanos; construcción de carreteras en lugares anteriormente alejados han fragmentado, deteriorado o eliminado el entorno natural de muchas especies. Además, se trastocan las rutas migratorias de algunos animales, disminuyendo la diversidad genética.

4.1.9. Caracterización de los Suelos

Los suelos de la microcuenca Aguilán se han desarrollado sobre depósitos cólicos de materiales piroplásticos, emitidos por volcanes más jóvenes de la parte norte de la sierra ecuatoriana, notándose en la zona de estudio tres ordenes de suelos: alfisoles, histisoles e inseptisoles.

Los suelos que pertenecen al orden Alfisoles se desarrollan en lugares con un régimen climático de humedad hustico, se caracterizan por ser suelos maduros, con horizontes de diagnóstico muy definidos, es muy común encontrar horizontes argilicos o arcillosos cuya saturación de bases es mayor al 35 %, generalmente son suelos profundos de coloración pardo oscura y son aptos para cultivos agrícolas. Los histisoles son suelos con un alto contenido de materia orgánica, con tendencia a la ácides y comúnmente amarillentos, estos suelos son muy comunes en los bosques. Los Inseptisoles son suelos de áreas climáticas de temperatura boreal con un débil desarrollo pedogenético generalmente de origen volcánico.

Los suelos de las coberturas vegetales de la microcuenca Aguilán presentan un alto contenido en materia orgánica (6,37%), condición que permite almacenar gran cantidad de agua, con lo que aumenta la capacidad de retención del líquido en el suelo, pues la presencia de ésta contribuye a la existencia de una buena estructura del suelo, mejora su permeabilidad y disminuye la cohesión, favoreciendo una buena infiltración (Fitz, 1996).

El pH de los diferentes usos de suelo es fuertemente ácido (4,98), bajo condiciones de alta ácides; Iñiguez (1999) menciona que produce un aumento en la concentración de aluminio y magnesio, originando muchas veces toxicidad en las plantas, también predominan los sulfatos de hierro y aluminio, con una baja disponibilidad de fósforo. Cabe mencionar que con un pH menor a 4, produce una alta absorción de hidrogeno, lo que influye en la absorción de iones inorgánicos por parte de las plantas.

La concentración de nitrógeno es alta (75,98 ug/ml) debido al alto contenido de materia orgánica, producto de la descomposición constante de la hojarasca en el suelo de la microcuenca.

4.1.9.1. Caracterización de los perfiles en los tipos de cobertura vegetal de la microcuenca Aguilán

La caracterización general de los perfiles del suelo se estableció en el páramo, bosque y matorral; debido a que son predominantes e influyen en el potencial del servicio hídrico, pero también se realizó de los otros tipos de cobertura, estos datos se presentan en las figuras 4, 5, 6 y 7 del apéndice.

4.1.9.1.1. Perfil 1. Páramo

En la parte superior del perfil se encuentra una capa de hojarasca de 2,5 cm de espesor. El horizonte humífero (A)

tiene un espesor de 60 a 80 cm., color negro en húmedo (10 YR 2/1) y color castaño muy oscuro en seco (10 YR 2/2), textura franca, estructura migajosa, pH fuertemente ácido con un valor de 4,80, la cantidad de materia orgánica es alta ocupando un porcentaje de (7 %), el nitrógeno es alto (85,06 ug/ml), la presencia de muchas raíces finas a una profundidad de 15 cm. El perfil de este tipo de cobertura se muestra en la figura 18.

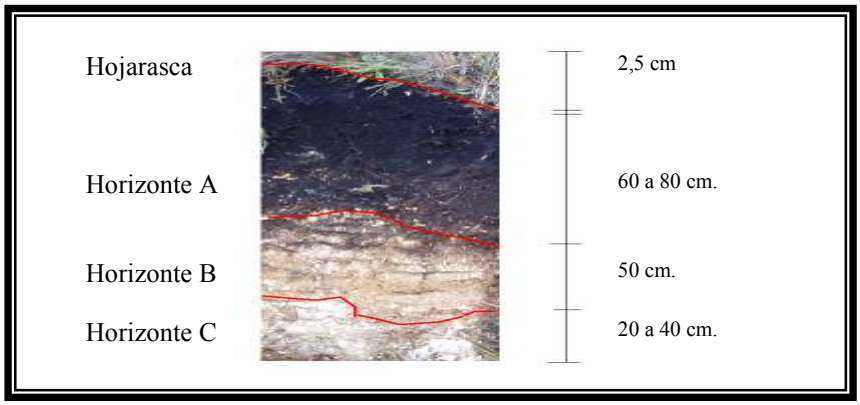

Figura 18. Esquema del perfil de suelo del páramo.

El horizonte estructural (B), tiene un espesor de 50 cm., es de color amarillento castaño en húmedo (10 YR 6/8) y de color blanco en seco (10 YR 8/2), textura franca arcilloso, estructura esferoidal migajosa.

El horizonte estructural (C), tiene un espesor de 20 a 40 cm., color gris claro en húmedo (10 YR 7/1) y color blanco en seco (10 YR 8/2), textura franca arcilloso, estructura esferoidal granular, se observa al fondo la roca madre.

4.1.9.1.2. Perfil 2. Suelo del bosque

En la parte superior del perfil se encuentra una capa de hojarasca mayor a 25 cm de espesor. El horizonte humífero (A) tiene un espesor de 80 a 100 cm., color negro en húmedo (10 YR 2/1) y color castaño muy oscuro en seco (10 YR 2/2), textura franca, estructura migajosa, pH medianamente ácido con un valor de 5,21, la cantidad de materia orgánica es alta (7,80 %), el nitrógeno de igual manera es alto (89,044 ug/ml), la presencia de pocas raíces gruesas y muchas raíces finas a una profundidad de 30 cm. El perfil de este tipo de cobertura vegetal se presenta en la figura 19.

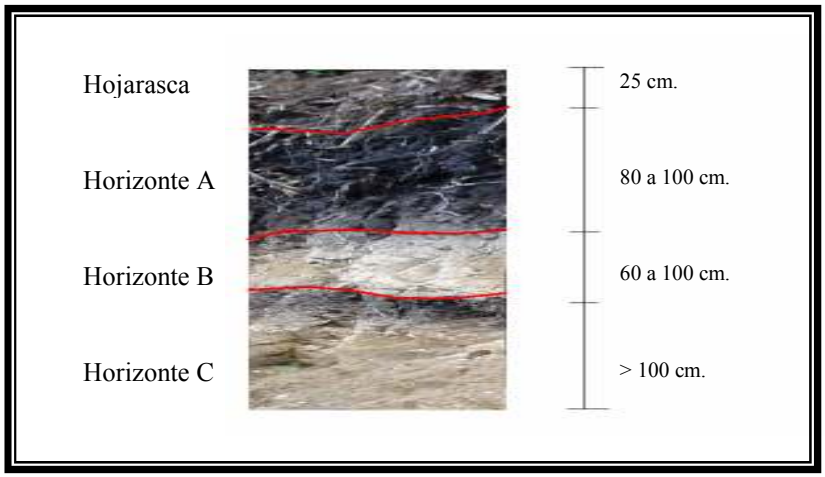

Figura 19. Esquema del perfil del suelo de bosque.

El horizonte estructural (B), tiene un espesor de 60 a 100 cm, color amarillento castaño en húmedo (10 YR 6/8) y color castaño muy pálido en seco (10 YR 7/3), textura franca, estructura esferoidal migajosa.

El horizonte estructural (C), tiene un espesor mayor a 100 cm, color castaño amarillento claro en húmedo (10 YR 6/4) y color blanco en seco (10 YR 8/2), textura franca, estructura esferoidal granular. Al fondo del horizonte se observa la roca madre.

4.1.9.1.3. Perfil 3. Suelo de Matorral

En la parte superior del perfil se encuentra una capa de hojarasca de 10 cm de espesor. El horizonte humífero (A) tiene un espesor de 64 a 70 cm, color negro en húmedo (10 YR 2/1) y de color castaño muy oscuro en seco (10 YR 2/2), textura franca, estructura migajosa, pH medianamente ácido de 5,03, la cantidad de materia orgánica es alta (8,30 %), el nitrógeno de igual manera es alto (91,534 ug/ml), la presencia de pocas raíces gruesas y muchas finas a una profundidad de 60 cm. El perfil de esta categoría de cobertura vegetal se exhibe en la figura 20.

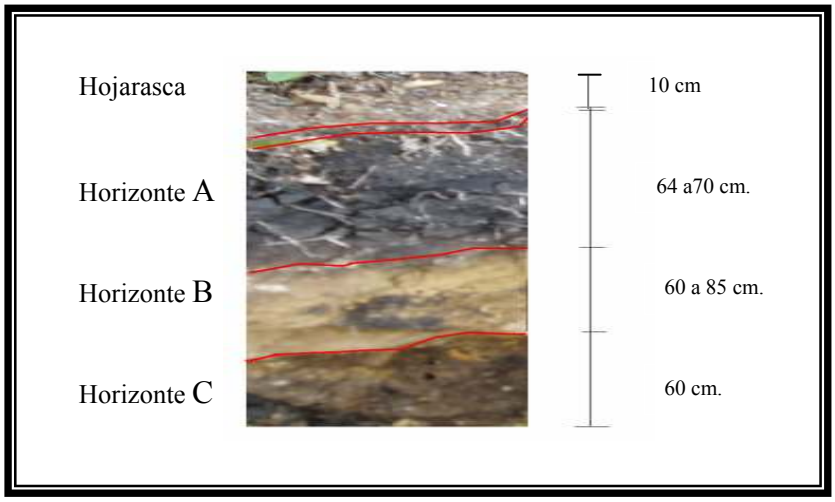

Figura 20. Esquema del perfil de matorral.

El horizonte estructural (B), tiene un espesor de 60 a 85 cm, es de color amarillento castaño en húmedo (10 YR 6/8) y de color blanco en seco (10 YR 8/2), textura franca arcillosa estructura migajosa.

El horizonte estructural (C), tiene un espesor de 60 cm, color castaño muy pálido en húmedo (10 YR 4/3) y de color blanco en seco (10 YR 8/2). La textura es franca, estructura arenosa. Al fondo del horizonte se observa la roca madre.

Las características de los suelos bajo cubierta vegetal de bosque, matorral y páramo, están contribuyendo a la infiltración del agua, a pesar de la irregularidad del terreno de la microcuenca ya que poseen horizontes humíferos que fluctúan de 60 a 100 cm de espesor, lo que ha permitido identificar la importancia de la cobertura vegetal y el suelo donde se sustenta, ya que brindan la producción del recurso, como también la regulación de los caudales de agua.

4.1.10. Diagnóstico Agrosocioeconómico

En la figura 21 se muestra una parte de la zona agropecuaria de la microcuenca Aguilán, donde se puede apreciar la presencia de cultivos y pastos para la ganadería.

Figura 21. Zona agropecuaria de la microcuenca Aguilán.

4.1.10.1. Historia agraria de la microcuenca Aguilán

El cabildo de la comuna se formó en 1960 y obtiene la personería jurídica el 23 de febrero 1963 (MBS) mediante acuerdo ministerial N. 10806 del Ministerio de Bienestar Social, cada año se elige la directiva con el asesoramiento legal del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). La comuna se inicia con 50 socios/as, llegando a ser 115, al momento ha disminuido a 54 socios activos debido a la migración.

Anteriormente en la época de hacendados, la comuna tenía amplios terrenos de bosque de donde extraían leña, tablas y se sembraban pastos, parte del bosque se usaba para el cultivo de papa y melloco, pero el deteriorando del medio ecológico se agravo en la reforma agraria debido a la expansión de la frontera agrícola, lo que causo un fuerte impacto a la cubierta vegetal y a la vida silvestre

de la zona. Hasta la declaratoria del Bosque Protector Cubilán en 1982 registro 303, lo que permitió limitar la expansión agrícola de los habitantes de la zona.

En 1975 el IERAC-CREA inicia el programa de reforestación con especies exóticas como pino y eucalipto, también Plan Internacional reforestó con plantas de pino (5 000).

En 1977 con el apoyo de la Misión Andina se abre la trocha desde la panamericana hasta el tanque de captación que también fue construido con el apoyo de este organismo, el IEOS posteriormente termina el sistema de agua.

Al momento las actividades que están realizando los comuneros/as son: cultivos, pastos, pastoreo de ganado comunal, se reforesta con plantas de eucalipto (5 000) compradas al CREA, Huertos Hortícolas familiares con el asesoramiento técnico del MAG y préstamos de la PASTORAL SOCIAL. Proyecto de abejas (3 colmenas) Proyecto avícola, Proyecto de cuyes con la asistencia técnica del MAG, huerto comunal, vivero forestal, talleres de capacitación con el apoyo de la Fundación ECOHOMODE.

La organización comunal se desarrolló conformando una directiva, los primeros dirigentes fueron: Monico Santos, Mariano Lema, Virgilio Lema, Matías Buñay, Juan Justo Paguay, Nicolás Lema entre otros, el actual presidente de la comuna es el Sr. Arturo Guallpa.

En 1994 se formó el grupo de mujeres para el proyecto de planificación con el apoyo del MAG, pero por problemas en su organización el grupo se desintegró.

El principal problema que tuvo la comuna fue el Juicio con la Sra. Gregoria Zhinin, que quería apropiarse de los terrenos comunales aduciendo tener escrituras, se le demanda en 1985, se sentencia a favor de los comuneros en el año 2000.

La principal fiesta de la comuna que se celebra el 3 de mayo donde participan también miembros de las comunidades vecinas, con la cual se estrechan las relaciones de los comuneros.

El proceso migratorio internacional se inició desde la década de los 80 por falta de fuentes de trabajo y para mejorar la situación económica de las familias lo que ha conllevado otros problemas sociales como son la desintegración del núcleo familiar, hijos a cargo de sus abuelos, tíos u otros familiares.

4.1.10.2. Población

La población de la microcuenca es de 450 familias con un promedio de 5 individuos por familia, lo que da un valor aproximado de 2250 individuos, existen más mujeres que hombres, debido a que en la zona, la migración es masculina.

La alimentación se basa en productos comprados en la ciudad de Azogues como: arroz, aceite, sal, fideos, carne, huevos, papas.

Las viviendas son de tapia y hormigón armado en su mayoría, poseen servicios básicos como: luz eléctrica, agua potable, vía de acceso a la ciudad de Azogues, dispensario médico, establecimiento educativos como jardín y escuela, pero carecen de alcantarillado.

4.1.10.3. Instituciones y organizaciones

Las instituciones y organizaciones que trabajan con la comunidad de Aguilán se muestran en el cuadro 16, donde se indican las instituciones que trabajan en la comunidad, con sus respectivas funciones dentro de cada organización, quienes son los que toman las decisiones, cuando realizan trabajos, relaciones con otras organizaciones y existencia de conflictos entre las organizaciones.

Cuadro 16. Instituciones y organizaciones que intervienen en la microcuenca.

Comunidad	Instituciones externas trabajan en la comuna	Organizaciones de la misma comunidad	Cuál es la función de cada organización	Quién participa y toma la decisión dentro de la organización	Cuándo trabaja	Cómo se relacionan las instituciones entre si y con la comunidad	Conflictos dentro de las instituciones
Aguilán	Consejo provincial del Cañar, Municipio de Azoguez, MAG, Ministerio de Bienestar Social, Fundación ECOHOMODE	Junta de agua, comuna cabildo, comité de padres de familia, comité de construcción de la capilla	Junta de agua: velar por el funcionamiento del sistema comuna cabildo: gestionar en instituciones para lastrado de la vía, comité de padres de familia: por beneficio de la escuela, comité de construcción de la capilla, recibe apoyo de las otras organizaciones	Junta de agua: MIDUVI. comuna cabildo: MAG, comité de padres: director de la escuela, comité de construcción de la capilla: padre	Juntas de agua: cuando hay daños en las captaciones. Comuna cabildo: lunes. Comité de padres: cuando es necesario. comité de construcción de la capilla: diariamente	Coordinando entre las diferentes organizaciones.	No

Fuente: Fundación ECOHOMODE (2005).

4.1.10.4. Distribución de la tierra

La distribución de la tierra en la microcuenca Aguilán está dada de la siguiente manera: el 45,16 % del área total de la microcuenca es de propiedad privada, la que se distribuye con 189,9 ha en la parte baja de la unidad hídrica y 251,32 ha en la parte alta principalmente en el páramo. El 54,84 % del total del área de la microcuenca pertenece al Bosque Protector Cubilán, la creación del bosque protector, con el acuerdo ministerial de abril de 1982, permitió garantizar la protección permanente del área de vegetación natural, especialmente donde se encuentran las diferentes obras de captación de Agua para las poblaciones de Aguilán, Sageo y Zhindilig.

Cada familia de la microcuenca disponen aproximadamente de 4 ha de terreno en promedio, de las cuales 2,94 ha están cubiertas por pastos y 1,06 ha para actividades agrícolas.

Estas parcelas no poseen riego, los cultivos se producen del agua lluvia que se produce en la zona y está limitada ecológicamente por la presencia o ausencia de precipitaciones.

4.1.10.5. El trabajo

Trabajan todos los miembros de la familia: padre, esposa e hijos. El padre de familia se dedica principalmente al trabajo agrícola, mientras que la madre se encarga del trabajo doméstico, pero también de la cría de animales menores y del cuidado del ganado. Los hijos que acuden a la

escuela, ayudan en los trabajos agropecuarios en la tarde y los fines de semana. Los hijos mayores trabajan en la ciudad y participan algunas veces en el trabajo del campo. Cuando es necesario se contrata jornaleros para realizar las labores agrícolas.

4.1.10.6. El capital

Las familias poseen todas las herramientas necesarias para el trabajo agrícola: picos, palas, azadones, bomba de fumigar y arado. Además, las familias tienen corrales para aves y galpones para la crianza de cuyes, construidos principalmente de madera.

Algunos comuneros de la microcuenca poseen vehículo para su transporte diario, pero también prestan servicio a las personas que se dirigen de Aguilán a Azogues y viceversa.

4.1.10.7. Cultivos que practican

Las familias de la microcuenca producen cultivos como: maíz, papa, fréjol, habas, arbeja, hortalizas y frutales.

4.1.10.8. Crianza de ganado

Los habitantes de la microcuenca Aguilán crían los siguientes grupos de animales: ganado bovino, gallinas, cuyes. Es muy importante mencionar que la producción se realiza de forma artesanal.

4.1.10.9. Indicadores económicos

El consumo de los productos es del 28% de la producción bruta, dejando para la venta el 72 %.

El ingreso económico por las actividades productivas agropecuarias en la zona es de $ 751 y el ingreso no agropecuario es de $3 120 producto de las remesas económicas de los emigrantes principalmente desde los Estados Unidos, los emigrantes ayudan económicamente con un promedio de $ 260 mensuales, dando como resultado un ingreso familiar total de $3 897.

4.1.11. Percepciones Ambientales

Los comuneros en un 94% dan gran importancia al bosque ya que manifiestan que juegan un papel importante en la retención de agua en el suelo, en la regulación de los caudales, en el abastecimiento de agua para consumo humano y evitando la erosión de los suelos.

La gente de la microcuenca da importancia elevada a la cubierta vegetal, al comparar que existe falta de agua en otras localidades, debido a que se han destruido las zonas boscosas. En la microcuenca Aguilán, existe una área significativa de bosque gracias a la creación del Bosque Protector Cubilán y se dispone de agua todo el año beneficiando no sólo a la comunidad de Aguilán, sino a otras localidades que se encuentran fuera de los límites de la microcuenca.

Las percepciones anteriores son las que llevan a los comuneros a estar dispuestos a participar en programas de conservación del Bosque Protector Cubilán, que permite desarrollar actividades dirigidas hacia un desarrollo sustentable de la zona.

4.1.12. Problemas Ambientales

Los problemas que se presentan dentro de la microcuenca, principalmente en el Bosque Protector Cubilán son las ocasionadas por las actividades antrópicas provocadas por los comuneros y personas particulares.

4.1.12.1. Quemas

Uno de los problemas de gran impacto es la quema de la paja en los páramos para producir rebrotes para el pastoreo del ganado, pero esta actividad está afectando la diversidad de este frágil ecosistema, cuya importancia radica en la producción hídrica.

4.1.12.2. Sobrepastoreo

El sobrepastoreo no controlado y extensivo en la zona de páramo influye negativamente en la provisión del servicio ambiental hídrico, tanto en la cantidad y calidad del agua que se genera en este tipo de cobertura dentro de la microcuenca Aguilán, debido a la compactación de los

suelos por el pisoteo del ganado y al deterioro de la calidad de agua por la presencia de excrementos de los animales.

4.1.12.3. Invasiones

Otro de los problemas son las invasiones a las zonas boscosas por parte de propietarios de terrenos cercanos a la zona del Bosque Protector Cubilán, donde el principal interés es la leña y postes para cercar sus terrenos.

4.2. VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO AMBIENTAL HÍDRICO DE DEL BOSQUE PROTECTOR CUBILAN

Para valorar el servicio ambiental hídrico del bosque protector cubilán, fué necesario incluirlo dentro de la unidad geográfica de la microcuenca Aguilán debido a que en esta unidad abarca la mayor cantidad del área del bosque protector.

Además la parte del bosque protector que se encuentra dentro de la microcuenca Aguilán, ocupa la parte media de la microcuenca, esto determina que al valorar el recurso hídrico no se tome en cuenta el valor de la cobertura vegetal de la parte alta de la microcuenca para brindar el servicio ambiental hídrico, es por ello, que se incluye dentro de la Zona de Importancia Hídrica de la microcuenca Aguilán, a la parte del bosque protector Cubilán que se encuentra en la microcuenca para determinar el valor económico.

4.2.1. Valoración de la Oferta Hídrica

Para la valoración de la oferta hídrica de la microcuenca Aguilán se asumió el área de la zona de importancia hídrica (ZIH) como la zona de productividad hídrica.

Es de mencionar que la ZIH incluye al área del Bosque Protector Cubilán que se encuentra dentro de la superficie de la microcuenca Aguilán. Esto es fundamental para el mantenimiento de las funciones del ecosistema de modo que se mantiene el flujo de bienes y servicios ambientales a la población y en este caso particular el flujo del servicio ambiental hídrico.

4.2.1.1. Oferta hídrica de la zona de importancia hídrica (ZIH) y de la cobertura vegetal del bosque protector Cubilán en la microcuenca Aguilán

El agua de infiltración se determina como la cantidad correspondiente a la oferta hídrica, sin tomar en cuenta la capacidad de infiltración según el tipo de suelo en las distintas áreas de la cuenca.

La precipitación promedio total de la microcuenca Aguilán es de 8 615 871,7 m^3/año de la cual 4 307 995,83 m^3/año (50%) del agua total precipitada se escurre, 2 907 857,68 m^3/año (34%) del agua total precipitada se debe a la evapotraspiración, 1 400 018,19 m^3/año (16%) del agua total

precipitada, se determina como la cantidad de agua infiltrada en el suelo que corresponde a la oferta hídrica en la microcuenca Aguilán.

La oferta de agua de la Zona de Importancia Hídrica es de 1 226 832,04 m^3/año [5] que representa el 80,48% del total de la oferta que genera la microcuenca.

Del total de agua que ofrece la ZIH en la microcuenca Aguilán, 767 034,57 m^3 (68, 07%) es ofertado por la cobertura vegetal perteneciente al Bosque Protector Cubilán que se encuentra dentro del área de la microcuenca, ésta a la vez representa el 54,78 % del agua que genera la microcuenca Aguilán y los 359 797,47 m^3 (31,93 %) es ofertada por el área de propiedad privada que se encuentra en la ZIH, esto se puede observar en el cuadro 17.

Cuadro 17. Oferta de agua de la Zona de Importancia Hídrica en la microcuenca Aguilán.

Área de la Zona de Importancia Hídrica.	Área de la cobertura vegetal del Bosque Protector Cubilán en la microcuenca Aguilán	535,78 ha = 5 357 800 m^2
	Área de Propietarios privados	251,32 ha=2 513 200 m^2
	Área total de la ZIH	787,10 ha= 7 871 000 m^2
Oferta Hídrica Total de la ZIH	Precipitación media	881,56 mm /año = 0,881 m /año
	Oferta hídrica total /año	6 934 351,00 m^3
Escorrentía de la ZIH.	50 % del agua precipitada	3 467 175,50 m^3
Evapotranspiración de la ZIH.	34 % del agua precipitada	2 340 343,46 m^3
Infiltración del agua en el suelo de la ZIH.	16% del agua precipitada	1 126 832,04 m^3
Infiltración del agua en el suelo de la cobertura vegetal del Bosque Protector Cubilan en la microcuenca Aguilán	68 % del agua ofertada por la ZIH	767 034,57 m^3
Infiltración del agua en el suelo de el área de propietarios de la ZIH	32 % del agua ofertada por la ZIH	359 797,47 m^3
La oferta hídrica del Bosque Protector Cubilán representa el 54, 78% de la oferta de la Microcuenca		

Adaptado: Barzev (2002).

[5] La oferta hídrica resulta de multiplicar la Zona de Importancia Hídrica (ZIH) con la precipitación media anual en la microcuenca: Oferta de la ZIH= 7871000 m^2 x 0,881 m.

Es de destacar la oferta de agua del Bosque Protector Cubilán en el área que pertenece a la microcuenca Aguilán, ya que esta área contribuye a una buena productividad de agua en cantidad y calidad para suplir las necesidades diarias de la población.

4.2.2. Valoración Económica de la Oferta Hídrica de la Zona de Importancia Hídrica (ZIH)

4.2.2.1. Valor de productividad hídrica de la ZIH o valor de captación

La ZIH puede tener varias alternativas de uso y por tanto cada alternativa representa un diferente costo de oportunidad. Estos costos de oportunidad se presentan a continuación en el cuadro 18 y son el resultado de la colección de datos a través de entrevistas y datos existentes en la fundación ECOHOMODE, los cuales se muestra en los cuadros 9 y 10 del apéndice.

Cuadro 18. Costos de oportunidad de la zona de importancia hídrica según uso potencial.

Costo de Oportunidad de la ganadería	
Utilidad promedio a nivel de la Microcuenca Aguilán (promedio producción vacuno)	$85/ha/año
Área de la Zona de Importancia Hídrica	787,10 ha
Valor Total anual	**US $66 903,5/año**

Elaborado: Piñeda (2005).

En la microcuenca Aguilán, para el año 2004, se estimó 787,10 ha de la microcuenca como Zona de Importancia Hídrica. Para valorar la productividad de la Zona de Importancia Hídrica (ZIH) se analizó los ingresos por hectárea generados por la ganadería, actividad económica predominante en la microcuenca, y que genera los mayores ingresos anuales, cuyo promedio anual por hectárea es de 85 dólares; por lo tanto, esta compensación es la que garantizaría la posibilidad de que se mantenga el uso del suelo bajo la ZIH. Esta es la superficie que será considerada en la estimación del valor de captación hídrica, dado que los esfuerzos de conservación estarán orientados a mantener esta disponibilidad.

La estimación del costo de oportunidad se basó en los beneficios netos de la actividad ganadera. Con base en el estudio la Fundación ECOHOMODE (2005) el costo de la ganadería se estimó en $85/ha/año por las 787,10 ha, se determinó que el ingreso esperado es de $66 903,5 año. Este valor se usó como costo de oportunidad en el cálculo del valor de captación hídrica de ZIH.

Dado que el costo de oportunidad debe ser cubierto por los distintos usuarios que se benefician de los servicios ambientales que brinda la ZIH, es necesario conocer la importancia que tiene el recurso agua para la conservación de la cobertura vegetal, la importancia hídrica de la ZIH por la cobertura vegetal productora es de 0,9 en función de la encuesta de la calidad y cantidad del recurso. De esta manera, tomando la cobertura de la ZIH, y la oferta hídrica disponible en la cuenca, se determina un valor de captación de $0,10/m^3, los valores se indica en el cuadro 19.

Cuadro 19. Valor de la productividad hídrica en la microcuenca Aguilán.

Área de la microcuenca Aguilán (ha)	Área de la ZIH (ha)	Producción de agua por la ZIH (m^3/año)	Costo de oportunidad del uso del suelo (\$/ha/año)	Importancia de la ZIH (%)	Valorización de la calidad del agua (%)	Valor de la Productividad hídrica (\$/m)
977	787,10	1126832,04	85[6]	90[7]	87[8]	0,10

Adaptado de Maza (2002).

$$VC = \frac{0{,}90x85\$ / ha / año * 787{,}10ha}{1126832{,}04m^3 / año} * (1 + 0{,}87).$$

$$VC = \frac{60261{,}345\$ / año}{1126832{,}04m^3 / año} x1{,}87.$$

$$VC = 0{,}099\$ / m^3 \approx 0{,}10\$ / m^3.$$

El valor de la productividad hídrica de la microcuenca Aguilán (\$0,10 m^3) es mayor al valor determinado en la microcuenca Curítroje (\$ 0,013/m^3). Este valor es alto debido a que la microcuenca Aguilán genera 1 431,62 m^3/ha/año[9], esta cantidad de agua es menor en comparación con la registrada por Maza (2002), que determina que en la microcuenca Curítroje (Loja), la producción de agua es de 11 752,97 m^3/ha/año, 8,20 veces mayor a la cantidad generada en la microcuenca Aguilán. Estos valores son importantes ya que permiten entender que existe una relación inversamente proporcional entre los valores monetarios de

[6] Valor obtenido en base al diagnostico socioeconómico de la fundación ECOHOMODE y a los resultados de los cuadros 9 y 10 del apéndice.
[7] Valor obtenido por la percepción de la gente el cual se encuentra en la figura 5 del apéndice.
[8] Valor obtenido en el cuadro 10 del índice medio de la calidad del agua pagina 71.
[9] Valor que relaciona la oferta hídrica de la cuenca con el área de la misma.

captación de las microcuencas con una gran oferta de agua hacia las microcuencas que generan poca oferta hídrica.

A lo expresado anteriormente se tiene que adicionar el parámetro de la calidad del agua en la fórmula que utiliza Maza (2002), ya que su importancia radica en la salud de la población y en la degradación de los ecosistemas.

4.2.2.2. Valor de protección y mantenimiento en la Zona de Importancia Hídrica

Barrantes y Vega (2002) manifiestan que la protección y mantenimiento de la ZIH en cuencas degradadas es un mecanismo que ayuda a la conservación de las aguas superficiales y subterráneas y evita la erosión de los suelos.

Castro y Barrantes (1998) manifiestan que estos beneficios llevan implícito un costo que ha de considerarse dentro de la estructura de valoración económica para el uso del agua, con el fin de proporcionar recursos financieros para el desarrollo de actividades orientadas a la protección, recuperación y conservación de las partes altas de las cuencas.

Los costos considerados de protección se refiere a los costos de la protección que comprenden: Mantenimiento y protección del área de la cobertura de alta y muy alta importancia hídrica; Vigilancia y Cerramiento de las fuentes de

agua. Los costos de protección se presentan en el cuadro 20 y de manera más detallada en la figura 8 del apéndice.

Cuadro 20. Costos de protección y mantenimiento en la ZIH.

Actividad	Costos/año $					Costo total ($)	%
	1	2	3	4	5		
Mantenimiento y protección del área de bosque y matorral.	1591,85	406,35	406,35	406,35	406,35	3217,25	3,18
Vigilancia	28485,20	15302,06	15953,92	16605,78	17257,64	93604,60	92,65
Cerramiento de fuentes de agua (medida complementaria)	3683,9	132,285	132,285	132,285	132,285	4213,04	4,17
Total	33760,95	15840,70	16492,56	17144,42	17796,28	101034,89	
%	33,42	15,68	16,32	16,97	17,61	100,00	
Costo de Protección por hectárea de la ZIH	42,89	20,13	20,95	21,78	22,60	128,35	

Elaborado: Piñeda (2005).

Tomando en cuenta la capacidad hídrica en la cuenca, la importancia hídrica ZIH en 90% y el volumen de agua disponible por hectárea, así como los costos de protección promedio para el primer año equivalentes a $33 760,95; que significa $42, 89/ha, se obtiene un valor de restauración de $0,026/m^3, los valores se presentan en el cuadro 21.

Cuadro 21. Valor de la protección y mantenimiento del la ZIH.

Área de la microcuenca Aguilán (ha)	Área de la ZIH (ha)	Producción de agua por la ZIH (m^3/ha/año)	Fracción del costo de protección en el primer año ($/ha/año)	Valor del costo de protección y restauración ($/m^3)
977	787,10	1431,62[10]	42,89[11]	0,026

Adaptado de Maza (2002).

$$VP = \frac{0{,}90x42{,}89\$ / ha / año}{1431{,}62m^3 / ha / año}.$$

$$VP = 0{,}027\$ / m^3.$$

El valor de protección de \$0,027 m^3 obtenido en este estudio es alto, al comparar con el valor determinado por Maza (2002) en la microcuenca Curítroje (\$0,016 m^3). Esto se debe principalmente, a que la cantidad de agua que ofrece la microcuenca Aguilán por hectárea al año (1 431,62 m^3) es menor, a la cantidad de agua que genera la microcuenca de Curitroje por hectárea al año (11 752,97m^3).

4.2.2.3. Valor de recuperación en la zona de importancia hídrica

De acuerdo con las características de la ZIH y según Barrantes y vega (2002) el costo de restablecimiento debería ser equivalente

[10] Valor obtenido al relacionar la producción de agua de la Zona de Importancia Hídrica con el área de la misma: 1126832,04 m^3/787,10 ha=1431,62 m^3/ha.
[11] Costo que se debe de invertir el primer año en proteger y mantener la ZIH, en la microcuenca y se lo determina en el cuadro 17, con las actividades que se encuentran en la figura 8 del apéndice

al de recuperar el ecosistema para dejarlo en condiciones similares a las que éste mantenía antes de ser intervenido.

En la Zona de Importancia Hídrica (ZIH) existen 80 ha en conflicto de uso del suelo, de acuerdo con su capacidad de uso. Bajo este criterio, es la superficie a recuperar de manera prioritaria con el fin de mejorar el régimen hídrico en la cuenca y, con ello, la disponibilidad de agua. El valor de restauración de la microcuenca Aguilán, está asociado con los costos de desarrollar las distintas actividades requeridas para lograrlo. Estos costos comprenden todos los gastos anuales que deben realizarse en salarios, reforestación, gastos administrativos, gastos de mantenimiento en infraestructura, equipo, y otros gastos asociados.

Asumiendo un período de cinco años para llegar a tener un sistema de restauración relativamente consolidado, el costo total es de $83 680,8/ha/año. De este costo total, el 45,39 % se invierte el primer año de operación del sistema, a partir del cual se reduce hasta llegar a un monto relativamente fijo desde el segundo año en adelante, ya que se asocian con costos de mantenimiento solamente.

Los costos para la actividad de restauración se presentan a continuación en el cuadro 22 y más detallado en la figura 8 del apéndice.

Cuadro 22. Costos de restauración de los ecosistemas degradados.

Actividad	Costos/año $					Costo total $	%
	1	2	3	4	5		
Manejo de potreros establecidos (recuperación	37984,8	11424,00	11424,00	11424,00	11424,00	83680,80	100
Total	37984,8	11424,00	11424,00	11424,00	11424,00	83680,80	
%	45,39	13,65	13,65	13,65	13,65	100,00	
Costo de Protección por hectárea de la ZIH	474,81	142,80	142,80	142,80	142,80	1046,01	

Elaborado: Piñeda (2005)

Tomando en cuenta la capacidad hídrica en la cuenca, la importancia hídrica de la ZIH en 90% y la superficie en conflicto de uso del suelo, así como los costos de restauración promedio para el primer año equivalentes a $474,81/ha, se obtiene un valor de restauración de $0,003/m^3 y los valores se indica en el cuadro 23

Cuadro 23. Valor de restauración del área en conflicto de la ZIH

Área de la Microcuenca Aguilán ha	Área de la ZIH ha	Volumen de agua Captada por la ZIH m^3/año	Importancia de la ZIH en función del recurso hídrico %	Costos para la actividad de recuperación $/ha/año	Área a recuperar de la cuenca ha	Valor de la recuperación hídrica $/m^3
977	787,10	1126832,04	0,90	474,81[12]	80	0,003

Adaptado: Castro y Barrantes 1998.

$$VR = \frac{0,90\ x\ /\ 474\ ,81\ \$\ /\ ha\ /\ año x\ \ 80\ ha}{1126832\ \ ,04\ m^3\ /\ año}$$

$$VR = \frac{34186\ \ ,32\ \$\ /\ año}{1126832\ \ ,04\ m^3\ /\ año}$$

[12] Valor obtenido en la tabla 11 del apéndice en lo referente a los costos de producción para el establecimiento de una hectárea de plantación silvopastoril en la cobertura de pastizal de la ZIH

$$VR = 0{,}003 \text{ \$/m}$$

El valor de recuperación es un parámetro que no se ha separado de los diferentes componentes de valoración ambiental del agua, en los diferentes estudios realizados por: Maza (2002), Rojas (2004), Bermeo y Maurad (2005) y, Coronel y Jaramillo (2005). Pero en este estudio se presenta separado y se puede ver su significancia individual

4.2.2.4. Valor del agua como insumo de la producción

Ante la diversidad de usos para el agua, la valoración económica puede hacerse bajo el enfoque de ahorros en costos (producción hidroeléctrica), cambio en productividad (sistemas de riego agrícola) y excedente del consumidor (sector doméstico e industrial) mencionado por Barrantes y Vega (2002).

En relación con la aplicación del enfoque de cambio en la productividad, su aplicación está asociada a que hay un reconocimiento de que el riego incrementa la productividad agrícola y este cambio en la producción puede ser usado para calcular el valor del agua (Barrantes y Vega, 2002) para este caso es de 916,24 m^3/ha[13].

---

[13] Valor obtenido en base a la demanda de 168 808,05 m^3/año (ver valor en la tabla 13 de la pag. 116) de agua necesaria para la prodcucción de 184,24 ha (ver valor en la tabla 13 de la pag. 116) de cultivos en la microcuenca. Al relacionar (dividir) la necesidad de agua para el area cultivada en la microcuenca se determinó un valor de 916,24 m^3/ha

La agricultura usa el agua en el riego de los cultivos, y es la actividad que mayor consumo tiene del recurso. En condiciones normales, más del 80% del agua disponible se dedica a la agricultura (Barrantes y Vega, 2002).

El riego incrementa la productividad agrícola y este cambio en la producción es usado para calcular el valor del agua. Este cambio en la producción multiplicado por el precio del producto agrícola (mercado) aproxima el valor del agua usada en agricultura.

En la microcuenca del Aguilán para estimar el valor del agua como insumo a la producción se consideró la información que se obtuvo en base a las entrevistas (100 entrevistas) semi estructuradas, existe una producción adicional de 30 quintales de papa en terrenos con riego, con un precio de $ 8 el quintal lo que genera beneficios económicos de $ 150 por hectárea, en terrenos sin riego se produce 25 quintales generando beneficios económicos de $ 125 por hectárea.

El valor por producir agua para la agricultura es de $ 25/ha, en consecuencia el valor correspondiente al uso del agua en el sector agropecuario es de $ 0,027/m^3, los valores se indican en el cuadro 24.

Cuadro 24. Valor del agua como insumo de producción en la agricultura.

Área de la microcuenca Aguilán ha	Cantidad de producción del cultivo con riego qq	Cantidad de producción del cultivo sin riego qq	Volumen de agua usado en el riego del cultivo. m^3/ha	Precio del producto bajo riego $/ha	Precio del producto sin riego $/ha	Valor del agua en la agricultura $/ha	Costo del agua en la agricultura como insumo de producción (CIP) $/ha
977	30	25	916,24	150	125	25	0,017

Adaptado: Castro y Barrantes (1998).

$$VPA = 150\$/ha - 125\$/ha\ .$$

$$VPA = 25\$/ha\ .$$

$$CIP = \frac{25\$/ha}{916{,}24 m^3/ha}\ .$$

$$CIP = 0{,}027\$/m^3\ .$$

El valor del agua como insumo de producción en la microcuenca Aguilán ($ 0,017/m^3) es mayor a lo que determino Maza (2002) en la microcuenca de Curítroje ($ 0,0002/m^3), debido a que existe mayor actividad y producción agrícolas en la superficie de la microcuenca Aguilán.

4.2.2.5. <u>Valor de los costos administrativos y de operación</u>

La tarifa actual de agua potable hasta mayo del 2005 que cobra la junta de agua de Aguilán, es de $ *0,10* por metro cúbico que

incluye los costos operativos para el suministro de agua: depreciación de activos, mantenimiento de infraestructura, tratamiento inicial del agua y gastos administrativos.

Este valor contempla los gastos que se realizan por el mantenimiento de la infraestructura y gastos administrativos, los cuales son valorados de acuerdo al costo administrativo y de operación por metro cúbico que existe en la microcuenca.

El cálculo del costo del m^3 cobrado por la juntas de agua, como se puede apreciar no considera el valor real del agua. Pues para generar un m^3 de agua en las fuentes de abastecimiento, se tiene que contemplar como mínimo el costo por conservación, mantenimiento de la microcuenca y costo como insumo a la producción.

4.2.2.6. Integración de los componentes para la valoración del recurso hídrico

La nueva estructura tarifaría por el pago de consumo de agua para los beneficiarios de la microcuenca Aguilán se presentan en el cuadro 25.

Cuadro 25. Integración de los componentes de la valoración económica ambiental.

Componente	Valor $/m^3
Productividad hídrica	0,100
Protección, mantenimiento	0,027
Restauración de ecosistemas degradados.	0,003
Tarifa actual o costos operativos y administración.	0,100
Agua como insumo a la producción.	0,027
Valor total del agua.	0,257

Adaptado: Castro y Barrantes (1998).

Con la integración de los componentes de la valoración económica ambiental el valor real del agua es de $ 0,26 por metro cúbico, de los cuales $ 10 (38,46%) corresponde al valor actual de cobro por los costos de operación y administración, mientras que $ 0,16 (61,54%) resultan de los costos de productividad hídrica, protección y mantenimiento de la Zona de Importancia Hídrica (ZIH), restauración (ZIH) y del valor del agua como insumo de producción.

Con los resultados anteriores se determina que el agua de la microcuenca Aguilán tiene un incremento del 160%, por ello debería incrementarse el valor actual de $ 0,10 por el consumo de 1m^3 de agua a $ 0,26/m^3

El valor por m^3 de agua obtenido para la microcuenca Aguilán es mayor a la que determinó Maza (2002) en la microcuenca Curitroje en un 57,69% ($0,11).

Con el precio real del agua obtenido en este estudio, se puede determinar cual sería el gasto anual de las familias que se benefician del recurso hídrico en la microcuenca Aguilán. Asumiendo el valor real del agua que es de $0,26 /m^3, para un consumo de 9 m^3 por familia al mes, se obtiene un costo de $ 2,34 por mes, y $28,08

al año y los beneficios por el consumo de las 1070 familias serian de $30 045,6 al año.

4.2.3. Demanda Hídrica de la Microcuenca

La demanda hídrica de la microcuenca depende de los usos del agua. Se han identificado tres usos principales: doméstico, agrícola y ganadero. A continuación en el cuadro 26 se presentan los cálculos de la demanda física de agua según cada caso.

Cuadro 26. Demanda hídrica de la microcuenca Aguilán según usos del agua

DOMÉSTICO	
Caudal promedio de la captación de agua Aguilán	**3,6 l/s**
Numero de familias beneficiadas	450 familias
Total de consumo anual	113 529,6 m^3/anuales
Precio de mercado	*0.10 $/$m^3$*
Valor año	**US$** 11 352,96
Caudal promedio de la captación de agua de Sageo.	**4,3 l/s**
Numero de familias beneficiadas	450 familias
Total de consumo Anual	135 604,8 m^3/anuales
Valor año	13560,48
Caudal promedio anual de la captación de agua de Zhindilig	**2,5 l/s**
Numero de familias Beneficiadas	**170 familias**
Total de consumo anual	**78 840 m^3/anuales**
Valor total	**7884,0**
Consumo total para uso doméstico.	**327 974,4m^3/anuales**
Valor año	**US$ 32 797,44**
GANADERÍA	
Número cabezas ganado	1,800
Consumo por cabeza	100 l /día
Total consumo	**180,000 l/día**
Equivale a	**180 m^3/día(65 700 m^3/año)**
Volor año	**US$ 6 570**
AGRICULTURA-ÁREA CULTIVADA	**184,24 ha -= 1842400m^2**
Agua por precipitación	1 623 154,40m^3/año
Agua que se infiltra en el suelo	422 020,14 m^3
Agua captada por los cultivos	40% = 168 808,05 m^3
Valor año	**US$ 16 880,81**
Total demanda hídrica física	**562 482,45. m^3**
Total valor agua utilizada en la microcuenca:	**US$ 56 248,25**

Elaborado: Piñeda 2005.

La demanda de agua en la microcuenca Aguilán es de 562 482, 4 m^3/año de los cuales 327 974,4 m^3 /año (58, 31%) se utiliza para uso doméstico, 65 700 m^3 /año (11,68%) para el consumo del ganado bovino y 168 808,05 m^3 /año (30, 01 %) se necesita para los cultivos que practican los habitantes de la microcuenca. Obviamente, el uso doméstico, es el que ejerce mayor presión debido a la demanda de agua de otras comunidades que están fuera del área de la microcuenca.

La oferta de agua de la cobertura vegetal del bosque protector Cubilán que se encuentra en la microcuenca Aguilán es de 767 034,57 m^3/año y la demanda total de la microcuenca Aguilán para consumo humano, animal y productivo es del 73% del total generado por el bosque protector. Esto demuestra que la primera hipótesis de este proyecto no fue acertada, debido a que la oferta hídrica que brinda el Bosque Protector Cubilán es mayor a la demanda total que necesitan los pobladores para consumo humano, animal y productivo.

4.2.4. Disposición a pagar (DAP) de las Personas de la Comunidad para Contribuir al Proyecto de Conservación y Manejo de la Zona de Importancia Hídrica

Para tener un valor económico hipotético o voluntad de pago se aplicó una encuesta a una muestra de 100 beneficiarios del agua, cuya finalidad fue conocer aspectos como: conocimiento de la microcuenca Aguilán, el grado de conciencia sobre la calidad que tiene la zona de importancia hídrica, para

la provisión de agua para sus hogares y fundamentalmente en la disposición de pago por el servicio ambiental hídrico.

En lo referente a los beneficios que ofrece el bosque en la zona de importancia hídrica por la oferta de agua, las familias manifiestan: en un 97,8% que se beneficia por el suministro de agua para consumo humano; un 66,7% manifiestan que el bosque sirve para regular el agua superficial, el 60 % dicen que previene y controla inundaciones y un 46,7 % indican que ayuda a la recarga de acuíferos, estos valores se presenta en la figura 9 del apéndice.

La principal fuente de abastecimiento de agua para los pobladores de la microcuenca Aguilán es la tubería en un 100%, seguido de riachuelo en un 31,1% y de pozo con 13, 7 %, estos valores se presenta en la figura 10 del apéndice.

Analizando estos datos también se determinó que el 100% de las familias dan uso doméstico al recurso hídrico, con 300 l/día. Sigue el uso agrícola con 18% donde cada familia tiene 1 ha de cultivo en promedio. Finalmente, está el usó en la ganadería con un 8%, donde cada familia tiene en promedio 4 cabezas de ganado que atender, estos valores se presenta en la figura 11 del apéndice.

Por otro lado, 93% de la muestra identifica tener agua durante todo el año, pero el 7 % manifiesta no tener agua durante la época seca, estos valores se presenta en la figura 12 del apéndice.

La calidad del agua es relativamente buena, los pobladores la perciben con una calidad de 2,9 en escala 1-3. Eso equivale al 96,66% en escala del 1 al 100%. La importancia que tiene el agua que suministra la zona de importancia hídrica para utilizar en las diferentes actividades de uso por parte de los pobladores es valiosa ya que el 62,2% la perciben de esta manera, estos valores se los presenta en las figuras 13 y 14 del apéndice

La disposición a pagar (DAP), es la variable más importante de este estudio, ya que revela la disposición y la aceptación de la gente hacia el proyecto propuesto de mantenimiento de la zona de importancia hídrica, donde el Bosque Protector Cubilán ocupa la mayor extensión y a su vez la voluntad de contribuir al proyecto con recursos económicos.

El 96% de las familias de la microcuenca manifestaron estar dispuestos a contribuir económicamente para la conservación de la Zona de Importancia Hídrica, esto indica que la segunda hipótesis planteada en este estudio concuerda con los resultados obtenidos en la Disposición a Pagar (DAP). La media estadística de la DAP en efectivo es de $ 0,50/mes por familia o $6/año/familia, el 93% de las familias colaborarían de esta manera. La disposición a pagar y el valor en efectivo es elevado, debido a la experiencia negativas en zonas cercanas, donde el recurso agua es limitado, ya que no poseen una cobertura vegetal que beneficie suministrando este recurso. Los resultados finales se presentan en la figura 15 y 16 del apéndice.

El 74 % de los entrevistados posee instrucción primaria. El 78% percibe ingresos menores a 150 dólares mensuales, el 9% obtiene ingresos entre $151 a $200 y un 13% posee más de 300 dólares, es de mencionar que los ingresos son mayores debido a la existencia de recursos provenientes del extranjero principalmente de Estados Unidos. En cuanto al sexo, el 55,6% de las personas entrevistadas fueron mujeres, los entrevistados corresponden a los siguientes rangos de edad: de 20 a 29 años, 30 a 39 años y 40 a 49 años. Las ocupaciones son: quehaceres domésticos 55,7%, agricultores 40% y el 3,3 % profesores, empleados públicos, obreros, otros. Estos valores se presentan en las figuras 17, 18, 19,20 y 21 del apéndice.

Con la DAP por parte de los beneficiarios del agua, se puede determinar el valor por metro cúbico que estarían dispuestos a colaborar para la conservación de la zona proveedora del recurso hídrico, así se tiene que por cada m^3 de agua las familias colaborarían con $0,05, que representa 33,33% del precio que se debe cobrar para implementar los costos de protección mantenimiento y restauración de la zona de importancia hídrica, para ello es necesario realizar reuniones para determinar cual será la prioridad para la protección de las cuencas. Esto debe hacerse en otro estudio donde se negociaría y llegaría a un consenso con los comuneros, sobre las medidas prioritarias de protección que deben implantarse, cual sería el precio del agua, cual será el mecanismo de pago, quien y como se manejara el fondo ambiental hídrico.

4.2.5. Balance Hídrico en Términos Económicos de la Microcuenca Aguilán

El beneficio económico de la microcuenca Aguilán se caracteriza por los diferentes usos del agua que le dan los comuneros, los cuales son: beneficio económico por uso doméstico que representa el 58,3 % del beneficio total; beneficio económico por la ganadería que representa el 11,7 % del beneficio total y el beneficio económico por los cultivos que representa el 30% del beneficio total.

El Balance Hídrico Físico de la microcuenca Aguilán en términos económicos con el precio actual que se cobra a los pobladores por el servicio ambiental del agua es de $56 248,25/año y los beneficios con el valor real del agua es de $ 146 245,45/año, este valor genera un beneficio mayor en un 160% con relación al costo actual.

El beneficio económico del agua generada en la microcuenca Aguilán con el valor actual para cada una de las familias es de $ 52,56/año. Los beneficios económicos generados en la microcuenca Aguilán con el valor real para cada una de las familias que usa el agua es de $136,68/año, este beneficio económico es mayor en un a 160% en relación al beneficio económico del agua con el valor actual. Los valores se presentan en el cuadro 27.

Cuadro 27. Balance hídrico en términos económicos para la microcuenca Aguilán.

Oferta-Demanda de la microcuenca Aguilán		
Oferta Hídrica en el Suelo:		1 400 018,19 m^3/año
Total de consumo anual para uso domestico.		327 974,4 m^3/año
Total de consumo anual para la ganadería		65 700 m^3/año
Total de consumo anual para los cultivos		168 808,05 m^3
Demando Hídrica según uso total:		562 482,54 m^3
Balance Hídrico:		837 535,65 m^3
Beneficios Económicos por Consumo de Agua en la micro cuenca	**Precio actual del agua en la microcuenca Aguilán**	**Precio real del agua en la microcuenca Aguilán**
Demando Hídrico según uso. Precio de agua por m3.	562482,54 m^3 *$0,10 m^3*	562 482,54 m^3 *0,26 m^3*
Beneficios Económicos por el uso domestico (58 % del total de beneficio económicos).	$32 797,4	$84 822,37
Beneficios Económicos por el uso en la ganadería (12% del total de beneficio económicos).	$6 570,0	$17 549,46
Beneficio Económico por el uso en la agricultura (30% del total de beneficios económicos).	$16 880,8	$43 873,63
Beneficio económico total	**$56 248,2**	**$146 245,46**
Beneficio económico por familia en un año	**$52,56**	**$136,67**

Elaborado: Piñeda (2005).

El beneficio económico por el consumo de agua en las diferentes actividades por cada familia de la microcuenca se caracteriza por estar compuesto en un 58 % por el valor que se recauda por la utilidad del agua para uso doméstico y el 42 % representa el beneficio económico gratuito del agua por el uso en las actividades agrícolas (ganadería y cultivos), ya que estos valores no se cobran en la comunidad.

Es de mencionar que Barzev (2000) en el Estudio de Valoración Económica de la Oferta y Demanda Hídrica del Bosque en que nace la Fuente del Río Chiquito (Finca El Cacao, Achuapa) determina los beneficios económicos en

$2 461 253, este valor es muy alto en relación a los beneficios en la microcuenca Aguilán, debido en primer lugar al precio del agua por m^3, que para Aguilán es de $0,26/$m^3$ y en segundo lugar por la cantidad de agua que genera la microcuenca en que nace el Río Chiquito la cual es muy superior a la que se genera en la microcuenca Aguilán.

El Balance Hídrico de la microcuenca Aguilán en términos económicos relaciona los beneficios económicos con el valor real determinado para la microcuenca, generados por los usos del agua y los costos por no explotar la Zona de Importancia Hídrica (ZIH). Estos resultados se presentan en el cuadro 28.

Cuadro 28. Balance hídrico en términos económicos para la microcuenca Aguilán con el valor real del agua.

Balance Hídrico en términos económicos para la microcuenca Aguilán		
Oferta-Demanda Hídrica Físico de la microcuenca Aguilán		
Oferta Hídrica		1 400 018,19 m^3/año
Demando Hídrica según uso:		562 482,54 m^3año
Balance Hídrico		837 535,65 m^3año
Beneficios Económicos por Uso del Agua		
Demanda de Agua del ZIH:		562 482,54 m^3/año
Precio de Mercado del Agua:		$0,26/ m^3/año
Beneficio por uso de Agua		$146 245,46/año
Beneficios Económicos Total		$146 245,46/año
Costos de Producción de Agua en la ZIH	**1er Año**	**Otros Años**
Costo de Oportunidad de la ZIH	$45 541,30[14]	$ 45 541,30
Costo de Conservación de la ZIH	$41 585,82[15]	$81 35,60
Total Costos por no explotar el ZHI/año	$87 127,12	$53 676,90
Porcentaje del Beneficio Económico	(59,58%)	(36,70%)
Balance Económico Anual	$59 118,34	$92 568,56

Elaborado: Piñeda (2005).

[14] El costo de oportunidad de la ZIH resulta de la relación entre el costo de oportunidad de la ganadería con el área de la ZIH (COZIH=$85/ha x 787,10 ha)
[15] Valor obtenido del cuadro 13 del apéndice.

Los costos de producir agua es de $87 127,12/año, para lo cuál se ha tomado en cuenta los costos de conservación (protección y restauración) y el costo de oportunidad. Los costos para producir el agua representan el 59,58 % de los Beneficios Económicos que se generaría por el uso de agua en el primer año.

Con estos datos se puede concluir, que el beneficio económico de consumir agua de la Zona de Importancia Hídrica en la microcuenca Aguilán, distribuido igualmente entre las 1070 familias, es de $ 55,25 por familia el primer año y de $86,51 a partir del segundo año.

Es necesario destacar la cobertura vegetal del bosque protector Cubilán, que se encuentra dentro del área de la microcuenca Aguilán, debido a que esta área se caracteriza por generar el 68,01 % de la oferta hídrica brindada por la Zona de importancia Hídrica (ZIH), esto determina que los beneficios económicos brindados por la cobertura vegetal del Bosque Protector Cubilán en la microcuenca Aguilán distribuidos proporcionalmente de acuerdo a la superficie de la ZIH será de $99 593,15[16].

Con los datos anteriores se determinó los beneficios económicos de consumir agua, que corresponde al área de cobertura vegetal del bosque protector

---

[16] En base a la demanda de agua de la Zona de Importancia Hidrica (562 482,54 m^3/año), el área de cobertura vegetal del bosque protector Cubilán en la microcuenca Aguilan (5 357 800 m^2=68.1% de la superficie de la ZIH) y el precio real del agua en la microcuenca Aguilán (0,26 $/$m^3$). Se determinó el beneficio económico de la cobertura vegetal del bosque protector Cubilán en la microcuenca Aguilán en 99 593,15 $/año (562 482,54 m^3/año * 0,681*$ 0.26 = $ 99 593,15$/año

Cubilán que se encuentra en la microcuenca Aguilán, sería para el primer año de $11,65/familia y $ 42,82/familia a partir del segundo año.

Estos resultados demuestran que si se cobrara el valor real del agua brindada por la Zona de Importancia Hídrica (ZIH) en la microcuenca Aguilán, a las diferentes necesidades que demandan los usuarios de este recurso, la sostenibilidad de manejo de la ZIH sería una realidad ya que existiría los recursos económicos necesarios para el manejo de esta zona productora de agua y se dispondría de agua en cantidad y calidad.

V. CONCLUSIONES

- El area de la microcuenca Aguilán, es de 9, 78 km^2, tiene muy poca suceptibilidad a las crecidas, por su forma alargada. En lo referente a su pendiente se considera accidentado lo que indica que hay infiltración y mayor fuerza de arrastre, con un relieve pronunciado típico de áreas montañosas y posee un buen drenaje.
- La oferta hídrica anual de la microcuenca Aguilán para los diferentes usos de la población local es de 1 400 018,19 m^3.
- Existen ocho categorías de cobertura vegetal donde el bosque natural ocupa el 39,36% que constituye la cobertura de mayor extensión de la microcuenca; además tres especies se caracterizan por ser ecológicamente las más importantes (IVA) (*Weinmannia fagaroides* con 39,80 %, *Miconia bracteolata* con 19,02 % y *Alnus acuminata* con 17,72 %.
- El área de la Zona de Importancia hidrica ocupa el 80, 63 % del área total de la microcuenca, en su mayoría se encuentra dentro del área el Bosque Protector Cubilán y su oferta de agua es de 1 126 832,04 m^3/año. que significa el 80, 48 % de la cantidad de agua ofertada actualmente por la microcuenca.
- Existen varios tipos de cobertura vegetal con diferentes tipos de suelos, con una alta concentración de materia orgánica, el alto contenido de materia orgánica contribuye a la buena estructura del suelo, mejora su permeabilidad y disminuye la cohesión facilitando la infiltración, condición que permite almacenar grandes cantidades de agua.

- Los incendios, el sobrepastoreo y las invasiones son los problemas ambientales que afectan principalmente a la generación del recurso agua en cantidad y calidad dentro de la zona de estudio.
- El recurso agua, elemento indispensable para la vida humana, no ha sido valorado correctamente en la microcuenca Aguilán; actualmente lo que pagan los usuarios es $0,10/m^3$ *y* no representa el costo real, sino el valor del transporte y tratamiento del agua desde la microcuenca a las diferentes comunidades beneficiadas.
- Con la integración de los componentes de la valoración económica del recurso hídrico en la microcuenca Aguilán, el valor real del agua es de $ $0,26/m^3$.
- La oferta de agua que brinda la cobertura vegetal del Bosque Protector Cubilán en la microcuenca Aguilán, es mayor a la demanda total de los pobladores del recurso hídrico para consumo humano, animal y productivo.
- El 96 % de las familias de la microcuenca manifiesta estar dispuestos a contribuir económicamente para la conservación de la Zona de Importancia Hídrica, esto indica que la segunda hipótesis planteada en este estudio concuerda con los resultados obtenidos en la Disposición a Pagar (DAP).
- El balance hídrico en términos económicos del valor real del agua en la Zona de Importancia Hídrica de la microcuenca Aguilán, es beneficiosa debido a que este valor sustenta las actividades de manejo de la ZIH y genera un beneficio de $59,99/familia para el primer año y $ 81,25/familia para el segundo año.

- Los beneficios económicos del balance hídrico en términos económicos con el valor real del agua por parte de la cobertura vegetal del bosque protector Cubilán que se encuentra en la microcuenca Aguilán es de $11,65 /familia el pimer año y de $42,82/familia el segundo año, esto representa el 68,01% de lo generado por la ZIH.
- El método para la valoración económica ambiental de la oferta y la demanda del recurso hídrico en la cobertura vegetal del bosque protector Cubilán en la microcuenca Aguilán es confiable y se acerca a la realidad del Ecuador.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio detallado del balance hídrico y la influencia de la cobertura vegetal en la zona generadora del recurso agua para determinar con mayor exactitud la cantidad de agua que ofrece la microcuenca.
- En la microcuenca se debe realizar estudios, para cobrar el agua que se utiliza en las diferentes actividades que realizan los habitantes de la microcuenca, como los que se benefician externamente, ya que el no cobro real limita la cantidad de ingresos, los cuales se deben de tomar en cuenta para el manejo sustentable de la ZIH.
- La junta de agua de Aguilán debe establecer en base a sus estatutos internos el cobro de *servicios* ambientales que presta la cubierta vegetal, cuyos recursos económicos deben ir a las actividades de conservación, mantenimiento y restauración del recurso hídrico mediante el manejo sustentable de la cuenca.
- Para determinar cómo se debe realizar el cobro por la valorización económica ambiental, es necesario realizar un proyecto el cual determinaría los mecanismos de pago de servicios ambientales por parte de la comunidad beneficiaria.
- Diseñar y ejecutar una campaña de educación ambiental con los pobladores de la microcuenca, sobre la importancia de la cobertura vegetal y principalmente del bosque en generación de bienes y servicios ambientales, así como la implementación de señales informativas sobre la protección de animales silvestres de la zona.

VII. RESUMEN

La investigación se realizó en la microcuenca Aguilán que pertenece a la parroquia Guapán, cantón Azogues, provincia del Cañar, ubicado a tres kilómetros en la vía Azogues – Biblián de la panamérica de la sierra. Geográficamente se encuentra entre las coordenadas: Longitud: 79° 09' 30" a 78° 50' 38" W y Latitud: 02° 37' 00" a 2 º 43’ 00’’S.

Los objetivos propuestos fueron:

Contribuir a la valoración de los RR NN de la microcuenca Aguilán, como un mecanismo de reconocer economicamente el valor de un servicio ambiental.

Caracterizar ecologicamente los RRNN de la microcuenca Aguilán.

Valorar economicamente el servicio ambiental hídrico ofrecido por el Bosque Protector Cubilán.

La caracterización biofísica de la microcuenca Aguilán ha permitido tener una visión clara de su realidad y relación con la capacidad de producción hídrica.

La microcuenca se caracteriza por ser un área con poca suceptibilidad a las crecidas, por su forma alargada, por la pendiente se considera accidentado, lo que

indica que hay infiltración y mayor fuerza de arrastre, con relieve pronunciado típico de áreas montañosas y posee un buen drenaje.

La precipitación anual total dentro de la microcuenca Aguilán es de 8 615 871,70 m^3 con una escorrentia que equivale a 4 307 995,83 m^3, la evapotraspiración generada es igual a 2 907 857,68 m^3 y por ultimo el agua de infiltración o la oferta hídrica de la microcuenca Aguilán es de 1 400 018 m^3. La oferta hídrica generada por la ZIH es de 1 126 832,04 m^3/año, la que posee agua de buena calidad para consumo humano, esto según los parámetros determinados y comparados con la normativa de calidad de agua que rigen en Ecuador.

En la microcuenca Aguilán existen varios tipos de cobertura vegetal, con sus respectivos tipos de suelos, con alta concentración de materia orgánica cuya presencia contribuye a la existencia de una buena estructura del suelo, que mejora su permeabilidad y disminuye la cohesión facilitando la infiltración, condición que permite almacenar el agua.

La caracterización biofísica de la microcuenca ha permitido identificar el valor e importancia de la cubierta vegetal; así como la función de los tipos de suelos en la producción del recurso hídrico y la regulación de flujo de caudales. De no existir esta cubierta vegetal las oportunidades de infiltración serían menores, con cantidades y velocidades de flujo superficial elevados.

Al integrar los componentes de la valoración económico de agua de la microcuenca Aguilán, como: valor de la productividad hídrica de la cubierta vegetal protectora, valor de protección, el valor de restauración, costos operativos y el valor del agua como insumo a la producción; el valor real del agua es de $ 0,26/m^3.

El 96 % de los beneficiarios del agua producida por la microcuenca Aguilán manifiestan una disposición de pago por el *servicio* ambiental hídrico de $0,50/mes ó $0,055 m^3.

El beneficio económico del agua generada en la microcuenca Aguilán por la ZIH con el valor actual para cada una de las familias es de $55,25 año y de $86,51 año con el valor real, el beneficio económico con el valor real es mayor en un 63,87 % en relación al beneficio económico del agua con el valor actual.

El balance hídrico en términos económicos toma en cuenta los beneficios económicos en relación con los costos. Los costos de producir agua son de $87127,12/año (protección, restauración y el costo de oportunidad), que representan el 58,59 % de los Beneficios Económicos que se generaría por el uso de agua en el primer año.

Con estos datos se puede concluir, que el beneficio económico de consumir agua de la microcuenca Aguilán, distribuido equitativamente entre las 1070

familias, es de $59,99 por familia el primer año y de $81,25 a partir del segundo año.

La cobertura vegetal (páramo, matorral y bosque denso) del bosque protector Cubilán que se encuentra en la ZIH genera aproximadamente 767 034,57 m^3/año que representan el 54,78% de la Oferta Hídrica de la microcuenca y el 68,01 % de la oferta generada por la ZIH. El beneficio económico de consumir agua suministrada por los diversos tipos de cobertura del bosque protector cubilán en la microcuenca Aguilán, es de $11,65/familia y de $ 42,82/familia a partir del segundo año.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRRE, Z.; AGUIRRE, N. 1999. Guía para realizar estudios de comunidades vegetales. Herbario Loja Nº 5. Departamento de Botánica y Ecología. Universidad Nacional de Loja. 29 p.
- BARSEV, R. 2002. Guía Metodológica de Valoración de Bienes y Servicios e Impactos Ambientales. Managua. Nicaragua. 149 p.
- 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 CR-USA. 22p.
- BERMEO, D. MAURAD, D. 2005. Análisis de la sostenibilidad socioeconómica y ambiental del sistema de agua potable del barrio Milagros, cantón Pindal, provincia de Loja. Tesis. Loja – Ecuador. 152 p.
- BURNEO, D. 1999. Mecanismos de financiamiento para la conservación de la biodiversidad. Ingresos por la Protección y Oferta de agua. Quito, UICN. 22 p.
- CARRANZA, C. MENDEZ, J. COBOS C. 1996. Valoración de los servicios ambientales de los bosques de Costa Rica ODA-MGMAE. San José, Costa Rica.

- CASTRO, E. BARRANTES, G. 1998. Valoración económica ecológica del recurso hídrico en la cuenca Arenal: El agua un flujo permanente de ingreso. Heredia, Costa Rica. 22 p.
- CEPAL (Comisión Económica Para América Latina). 1995. Diagnóstico y análisis de las potencialidades de la .aplicación de instrumentos *económicos* para la gestión ambiental de la república de El Salvador. 54 p.
- CERON, C. 1993. Manual de botánica ecuatoriana, sistemática y métodos de estudio. Ediciones Abya-Ayala. Quito, Ecuador. p. 24 – 27.
- CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR. Registro Oficial No. 1 de 11 de agosto de 1998.
- CORONEL, R. JARAMILLO, A. 2005. Valoración económica del servicio ambiental hídrico de la microcuenca hidrológica el Limón. Tesis. Loja – Ecuador. 168 p.
- ECOHOMODE. 2005. Plan de manejo del Bosque Protector Cubilán en la Provincia del Cañar. Cañar- Ecuador. 125 p.
- ESCOBAR, R. 2001. Apuntes de cuencas hidrográficas. Ministerio del Ambiente – CONCOPE – Fundación Natura. Pág. 35 – 70.
- FERNÁNDEZ, B. 2004. Guía de promoción y desarrollo comunitario para asegurar la calidad del agua en los países en desarrollo. CEPIS. 82 p.
- FITZ, P. 1996. Introducción a las Ciencias de los Suelos, México, Segunda edición, Editorial Trillas. p. 288.

- HENAO, J. 1998. Introducción al manejo de cuencas hidrográficas. Bogota, Col. Universidad Santo Tomás. División de la Universidad abierta y a Distancia. P. 31, 57-69,79.
- HERBARIO, CINFA, SNV. 2001. Zonificación y determinación de los tipos de vegetación del Bosque Seco en el sur occidente de la provincia de Loja. Loja. 2001 p 93, 94, 95.
- HERNÁNDEZ, O. R. 1998. Valoración de la cobertura arbórea en el manejo ambiental de la cuenca alta del río Lempa. ILA-Universidad de Padova. Padova: Italia 25p.
- IÑIGUEZ, M. 1999. Manejo y Conservación de Suelos y Aguas, Loja Ecuador, Primera Edición, editorial graficas cosmos, p 351.
- LAMPRETCH, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Trad. Dr. Antonio Carrillo. Sección de biometría forestal de la Universidad de Freigung, Alemania.
- LEON, A. ESPINOZA, M. 2003. valoración económica ambiental del recurso hídrico y su relación con la comunidad Cofradía, cantón Espíndola, provincia de Loja. Tesis de Ing. For. Loja, Ec, Universidad Nacional de Loja. 129 p.
- LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL. Registro Oficial No 243 de 30 de Julio de 1999.
- MADSEN, J. OLLGAARD, B. 1994. Floristic composition, structure and dynamics of and upper montane rain forest in souther Ecuador. Nordic Journal of Botany. p. 403 – 423.

- MAZA, B. 2002. Valorización económica - ecológica de la microcuenca Curitroje. Universidad Nacional de Laja, Tesis. Loja – Ecuador. 146 p.
- MERLO, M. 1993. Elementi di economía ed estimo forestale-ambientale Patrón Edit: Bologna, Italy. p 341-471.
- MONSALVE, S. 1995. Hidrología en la ingeniería. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, Bogotá, Col. p. 10-45.
- PARDO, D. MOGROVEJO. 2004. Composición florística, endemismo, etnobotánica y perspectivas de conservación del bosque nativo Huashapamba, cantón Saraguro Loja, Ecuador. Universidad Nacional de Loja/Facultad de Ciencias Agrícolas. 169. p.
- PRISMA. 1997. El agro salvadoreño y los servicios ambientales Hacia una estrategia de revegetación. El Salvador. 15p.
- ROJAS, J. 2004. Estudio de Valoración Económica del Agua de Uso Domestico de Gonzanama. Fundación futuro ambiente y desarrollo local. PROBONA. Loja Ecuador. 47p.
- RIDGELY, R. GREENFIELD, P. GUERRERO, M. 1998. Aves del Ecuador Continental. Fundación Ornitológica del Ecuador, CElA. 132 p.
- SALAZAR. J. 1999. Índices e indicadores para evaluación y seguimiento ambiental. Video conferencia.
- SEMARNA (Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2000. Programa de Pago de Servicios. Ambientales, Cruzada por el Bosque y el Agna. México. 31 - 35 p.

- SELENER, D. ENDARA, N. CARVAJAL, J. 1997. Guía del Sondeo Rural Participativo. Instituto Internacional de Reconstrucción Rural. 7p
- SOLÓRZANO, R. REYES, V. SEGURA, O. 1995. Valoración económica ecológica del agua. Centro Científico Tropical y Centro Internacional en Política Económica para el desarrollo sostenible San José, Costa Rica (cit).
- TINOCO, B. FERNÁNDEZ DE CÓRDOVA, J. SANTILLÁN, V. PACHECO, X. 2004. Diagnostico preliminar de la mastofauna y avifauna existente en el bosque protector cubilan. Azogues, Cañar. 12p.
- TIRIRA, D. 2001. Libro rojo de mamíferos del Ecuador. Serie de Libros Rojos del Ecuador. Serie Mamíferos del Ecuador. Publicación especial 4. p. 5-65.
- UMACPA. 1993. Unidad de Manejo de la cuenca del Río Paute. Plan de Manejo del Bosque Protector Cubilan, Cañar, Ecuador 45 p.
- UICN (1980), Estrategia Mundial para la Conservación.
- URBINA, c. 1997. Manejo de cuencas hidrográficas. Bogota. Col. CIAF. P 34.
- VALENCIA, R. PITMAN, N. LEON-YANEZ S &. JORGENSEN, P, M (eds). 2000. *Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador 2000.* Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.

IX. APÉNDICE

ANÁLISIS MORFOMÉTRICO

Cuadro 1. Fórmulas para el cálculo del análisis morfométrico

Factor	Unidad	Cálculo	Fórmula
Área	Km^2	Superficie determinada en carta digitalizada	
Índice de forma		Método de Gravelius: expresa la relación entre el ancho promedio y la longitud axial. Cuando se tiene valores cercanos a cero es una cuenca alargada y no hay peligro de crecidas, al contrario cuando se acerca a la unidad es una cuenca circular, susceptible a crecidas.	$IF = \frac{Ancho\,Promedio}{LongitudAxial}$
Coeficiente de compacidad		Método de Gravelius: Relaciona el perímetro de la cuenca con la superficie de la misma. Valores de 1,0 a 1,25 casi redonda a oval redonda; 1,25 a 1,50 oval redonda a oval oblonga y 1,50 a 1,75 oval oblonga a rectangular oblonga.	$Kc = \frac{P}{2\sqrt{\pi.A.}}$ P = perímetro A = área de la cuenca
Ancho Promedio	Km	Se encuentra dividiendo el ancho de la cuenca por su longitud axial	$Anchopromedio = \frac{área}{long.axial}$
Longitud Axial		Es la distancia existente entre la desembocadura y el punto más lejano de la cuenca.	
Índice de alargamiento		Se obtiene relacionando la longitud más grande de la cuenca con el ancho mayor, medido perpendicularmente a la dimensión anterior	$Ia = \frac{L}{1}$ Ia = índice de alargamiento L = longitud máxima de la cuenca 1 = ancho máximo (tomado perpendicularmente a la dirección anterior.)
Índice de homogeneidad		Se obtiene relacionando el área de la cuenca con la de un rectángulo que tiene por eje mayor la longitud máxima de la cuenca y por eje o lado menor el ancho máximo de la cuenca.	$Ih = \frac{S}{Sz}$ Ih = índice de homogeneidad S = área de la cuenca Sz = superficie del rectángulo, con dimensiones L = long. máxima de la cuenca P = ancho máximo de la cuenca

Cuadro 1. Continuación del cuadro anterior.

Factor	Unidad	Cálculo	Fórmula
Índice asimétrico		Método de Therms: relaciona el área de la vertiente máxima con el de la vertiente mínima. Valores cercanos a 1, los cauces (talwegs) se encuentran centrados con respecto a la superficie de la cuenca, es simétrica. Valores superiores a 1 es un recargo de los cauces (talwegs) a un lado de la cuenca, es asimétrica.	$Id = \frac{ÁreaMáxima}{ÁreaMínima}$
Altitud media	msnm	Indica el movimiento de las aguas en la cuenca en base a la distribución de sus elevaciones	$E = \frac{(a_1 * e_1) + (a_2 * e_2) + ...(a_n * e_n)}{A}$ a = área de curva a curva e = altitud media de curva a curva A = área de la cuenca
Altura media	m		$Hm = \frac{(H - h)}{2}$ H = altura del punto más alto H = altura del punto más bajo
Pendiente media	%	Sirve para evaluar el relieve de las cuencas fluviales y al mismo tiempo relacionarlo con la acción del clima. Resulta de la relación de la pendiente de cada curva de nivel por la superficie de las mismas dividida para el área de la cuenca.	$Pm = \frac{(L.A. \times D.C.)}{A}$ L.A.= longitud acumulada D.C.= diferencia entre curvas A = área de la cuenca
Orientación		Indica la cantidad de insolación de la cuenca y el ángulo de incidencia solar. Puntos geográficos	
Coeficiente de masividad	Km. /Km^2	Método de Martone, es la relación entre la altura media y la superficie, indica el relieve de la cuenca.	$tg\infty = \frac{Hm}{S}$ Hm = altura media S = superficie
Coeficiente orográfico	m	Es el producto de la altura media y el coeficiente de masividad, este coeficiente ayuda a la caracterización del relieve.	$Co = tg\infty \times Hm$ Se multiplica por metros pero no se toma en cuenta la unidad
Densidad de drenaje	Km./Km 2	Es la relación entre la longitud de todos los ríos con la superficie. Indica la concentración o disposición de drenaje en un área determinada. En base a la clasificación de Horton valores mayores a 2,5Km./Km2 es bien drenada, valores cercanos a cero muy mal drenada.	$Dd = \frac{\sum L}{A}$ $\sum L$: sumatoria de todas las longitudes de los ríos A : área de la cuenca

Elaborado: Piñeda (2005).

PARÁMETROS ECOLÓGICOS DE LA COBERTURA VEGETAL

Cuadro 2. Árboles por hectárea, densidad relativa, dominancia relativa e Índice de valor de importancia de las especies existentes en el bosque de la microcuenca Aguilán.

Familia	Nombre Científico	Árboles /ha	Densidad relativa	Dominancia relativa	IVI
Cunoniaceae	*Weinmannia fagaroides Kunth.*	245	22,17	17,63	39,80
Melastomataceae	*Miconia bracteolata (Bonpl.) D.C.*	120	10,86	8,16	19,02
Betulaceae	*Alnus acuminata Kunth*	95	8,60	9,12	17,72
Asteraceae	*Gynoxys laurifolia (Kunth) Cass.*	60	5,43	11,46	16,89
Melastomataceae	*Miconia tinifolia Naudin.*	100	9,05	6,12	15,17
Asteraceae	*Lepidaploa sp.*	80	7,24	6,47	13,71
Myrsinaceae	*Myrsine andina (Mez.) Pipoly.*	70	6,33	5,14	11,47
Asteraceae	*Verbesina sp.*	25	2,26	6,25	8,51
Symplocaceae	*Symplocos quitensis Brand.*	45	4,07	3,85	7,93
Myrtaceae	*Myrcianthes sp.*	35	3,17	3,79	6,96
Clethraceae	*Clethra fimbriata Kunth*	25	2,26	3,24	5,51
Lauraceae	*Aniba sp.*	20	1,81	3,05	4,86
Asteraceae	*Dendrophorbium sp.*	25	2,26	1,97	4,23
Rosaceae	*Hesperomeles ferruginea Benth.*	25	2,26	1,78	4,04
Proteaceae	*Oreocallis grandiflora (Lam.) Diels*	15	1,36	2,12	3,47
Rosaceae	*Prunus huantensis Pilg.*	10	0,90	2,26	3,17
Cornaceae	*Cornus peruviana J.F. Macbr.*	20	1,81	1,21	3,02
Myrsinaceae	*Myrsine dependens(Ruiz & Pav.) Spreng.*	10	0,90	1,57	2,48
Proteaceae	*Lomatia hirsuta (Lam.) Diels.*	15	1,36	0,89	2,25
Podocarpaceae	*Prumnopitis montana (Humb. & Bonpl. ex Willd) de Laub.*	15	1,36	0,76	2,11
Elaeocarpaceae	*Vallea stipularis L.f.*	15	1,36	0,61	1,96
Grossulariaceae	*Escallonia myrtilloides L.f.*	10	0,90	0,91	1,82
Chloranthaceae	*Hedyosmum purpurascens Todzia*	5	0,45	0,56	1,01
Caprifoliaceae	*Viburnum hallii (Derst.) Killip & A.C. Sm.*	5	0,45	0,42	0,87
Symplocaceae	*Symplocos clethrifolia B. Stahl.*	5	0,45	0,28	0,73
Symplocaceae	*Symplocos cf. reflexa A.DC.*	5	0,45	0,20	0,65
Boraginaceae	*Tournefortia scabrida Kunth*	5	0,45	0,19	0,64
Total		**1105**	**100**	**100**	**200**

Elaborado: Piñeda (2005).

Cuadro 3. Número de individuos por hectárea de la regeneración natural existente en el bosque denso de la microcuenca Aguilán.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos/ Hectárea
Myrtaceae	*Myrcianthes sp.*	guagual	3600
Symplocaceae	*Symplocos clethrifolia B. Stahl.*	duco	1900
Melastomataceae	*Miconia bracteolata (Bonpl.) D.C.*	killoyuyo	1200
Cornaceae	*Cornus peruviana J.F. Macbr.*	Facte blanco	800
Asteraceae	*Dendrophorbium sp.*	yanacaspi	800
Podocarpaceae	*Prumnopitis montana (Humb. & Bonpl. ex Willd) de Laub.*	trenza	800
Lauraceae	*Aniba sp.*	ispingo	700
Myrsinaceae	*Myrsine andina (Mez) Pipoly*	yubar	500
Symplocaceae	*Symplocos quitensis Brand.*	marar	500
Elaeocarpaceae	*Vallea stipularis L. f.*		500
Asteraceae	*Lepidaploa sp.*	chaguarquero	400
Myrsinaceae	*Myrsine dependens*		300
Proteaceae	*Oreocallis grandiflora (Lam.)R. Br.*		200
Rosaceae	*Prunus huantensis Pilg.*	facte negro	200
Clethraceae	*Clethra fimbriata Kunth*	tulpay	100
Asteraceae	*Gynoxys laurifolia (Kunth) Cass.*	yipis	100
Rosaceae	*Hesperomeles ferruginea Benth.*	sacha manzano	100
Rhamnaceae	*Rhamnus granulosa (Ruiz & Pav.) Weberb. Ex M.C. Jonhst.*	agarrabram	100

Elaborado: Piñeda (2005).

Cuadro 4. Densidad por hectárea del estrato arbustivo en el bosque denso de la microcuenca Aguilán.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos/ Hectárea
Poaceae	*Chusquea sp.*	Suro	2000
Ericaceae	*Disterigma alaternoides*		1000
Piperaceae	*Piper sp.*		800
Lamiaceae	*Salvia corrugata Vahl.*		800
Melastomataceae	*Miconia bracteolata (Bonpl.) D.C.*	killoyuyo	600
Urticaceae	*Pilea sp.*		600
Symplocaceae	*Symplocos clethrifolia B. Stahl*		600
Asteraceae	*Critoniopsis sp.*		400
Chloranthaceae	*Hedyosmum racemosum (Ruiz & Pav.) Don.*		400
Asteraceae	*Verbesina sp.*		400
Onagraceae	*Fuchsia sp.*		200
Asteraceae	*Gynoxys sp.*		200
Asteraceae	*Lepidaploa sp.*	yanacaspi	200
Melastomataceae	*Miconia sp.*		200
Myrtaceae	*Myrcianthes sp.*		200
Loasaceae	*Nasa sp.*	Ortiga de burro	200
Oxalidaceae	*Oxalis spiralis Ruiz & Pav. ex. G. Don.*		200
Urticaceae	*Phenax sp.*		200
Smilacaceae	*Smilax sp.*		200
Total			**9400**

Elaborado: Piñeda (2005).

Cuadro 5. Densidad por hectárea de las especies existentes en el matorral arbóreo ralo en la microcuenca Aguilán.

Familia	Especie	Individuos/ha
Blechnaceae	*Blechnum sp.*	1680
Melastomataceae	*Brachyotum confertum* (Bonpl.) Triana	1280
Proteaceae	*Lomatia hirsuta* (Lam.) Diles	1280
Myrsinaceae	*Myrsine dependens* (Ruiz & Pav.)Spreng.	1120
Poaceae	*Chusquea sp.*	1100
Ericaceae	*Vaccinium floribundum* Kunth.	800
Bromeliaceae	*Puya hamata* L.B.Sm.	720
Myricaceae	*Myrica pubescens* Humb. & Bonpl. ex Willd.	640
Ericaceae	*Gaultheria strigosa* Benth.	560
Asteraceae	*Gynoxys laurifolia* Cass.	560
Melastomataceae	*Miconia bracteolata* (Bonpl.) D.C.	560
Ericaceae	*Gaultheria tomentosa* Kunth	400
Ericaceae	*Macleania rupestris* (Kunth.)A.C. Smith.	400
Melastomataceae	*Miconia sp.*	400
Valerianaceae	*Valeriana hirtella* Kunth.	400
Polygalaceae	*Monnina arbuscula* Chordat.	320
Proteaceae	*Oreocallis grandiflora* (Lam.) R.Br.	320
Selaginellaceae	*Selaginella* sp.	320
Asteraceae	*Kaunia pachanoi (*B.L. Rob.) R.M. King.	240
Polygalaceae	*Monnina pilosa Kunth.*	240
Ericaceae	*Disterigma alaternoides* (Kunth) Nied.	160
Asteraceae	*Gynoxys buxifolia* (Kunth.) Cass.	160
Asteraceae	*Gynoxys sp.*	160
Asteraceae	*Munnozia senecionides* Benth.	160
Araliaceae	*Oreopanax sessiliflorus* (Benth.) Decne & Planch.	160
Asteraceae	*Ageratina fastigiata* (Kunth.) King. & H. Rob.	80
Loranthaceae	*Gaiadendron punctatum* (Ruiz & Pav.)G. Don.	80
Asteraceae	*Lasiocephalus patens* (Kunth.) Cuatrec.	80
Asteraceae	*Lepidaploa sp.*	80
Polygalaceae	*Monnina cestrifolia* Kunth	80
Oxalidaceae	*Oxalis spiralis* Ruiz & Pav. ex G. Don.	80
Elaeocarpaceae	*Vallea stipularis* L.f.	80
Lycopodiaceae	*Lycopodium clavatum* L.	40

Elaborado: Piñeda (2005).

Cuadro 6. Densidad por hectárea de las especies existentes en el páramo de la microcuenca Aguilán.

Familia	Especie	Individuos/ha
Poaceae	Stipa ichu (Ruiz & Pav.)Kunth	90%
Rubiaceae	*Paspalum bonplandianum* Flugge	40600
Apiaceae	*Jamesonia goudotii* (Hieron)C.Chr.	18000
Asteraceae	*Brachyotum confertum* (Bonpl.) Triana	9200
Asteraceae	*Eryngium humile* Cav.	8200
Asteraceae	*Azorella biloba* (Schltdl.) Weed.	7000
Melastomataceae	*Rhynchosphora sp.*	5000
Scrophulariaceae	*Chrysactinium acuale (Kunth.) Wedd.*	4200
Asteraceae	*Geranium sibbaldioides* Benth	3800
Apiaceae	Oreobolus goeppingeri Suess.	3200
Asteraceae	*Vaccinium floribundum Kunth*	3200
Geraniaceae	*Orthrosanthus chimboracensis* (Kunth) Baker	3000
Asteraceae	*Werneria nubigena* Kunth.	3000
Gentianaceae	*Castilleja fissifolia* L.f.	2600
Clusiaceae	Gamochaeta americana (Mill.) Weed.	2600
Clusiaceae	*Lycopodium clavatum* L.	2000
Asteraceae	*Myrica parviflora* Benth.	2000
Pteridaceae	*Baccharis genistelloides* (Lam.) Pers.	1800
Proteaceae	*Puya hamata* L.B.Sm.	1800
Lycopodiaceae	*Oritrophium peruvianum* (Lam.) Cuatrec.	1400
Myricaceae	*Bidens andicola* Kunth.	1200
Cyperaceae	*Hypochaeris sessiliflora* Kunth.	1200
Asteraceae	*Halenia weddelliana* Gilg	800
Iridaceae	*Hypericum lancioides* Cuatrec.	800
Poaceae	*Weinmannia fagaroides* Kunth	800
Bromeliaceae	*Viola arguta* Willd ex Roem. & Schult.	600
Cyperaceae	*Arcytophyllum setosum* (Ruiz & Pav.)Schltdl.	400
Poaceae	*Hypericum laricifolium* Juss.	400
Ericaceae	*Anthoxanthum odoratum* L.	200
Valerianaceae	*Baccharis tricuneata* (L.f.) Pers.	200
Violaceae	*Gynoxys* sp.	200
Cunoniaceae	*Lomatia hirsuta* (Lam.) Diles	200
Asteraceae	*Valeriana microphylla* Kunth	200

Elaborado: Piñeda (2005).

Cuadro 7. Especies existentes en los pastizales de la microcuenca Aguilán.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Cobertura %
Poaceae	*Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex Chiov.	Kikuyo	95 %
Poaceae	*Holcus lanatus* L.	Holco	40 %
Poaceae	*Lolium multiflorum* Lam.	Raygras	15 %
Fabaceae	*Trifolium repens* L.	Trebol blanco	10 %
Dennstaedtiaceae	*Pteridium arachnoideum* (Kaulf.)Maxon		3 %
Poaceae	*Paspalum lividum* Trin. Ex Schultdl.		2 %
Polygonaceae	*Rumex crispus* L.	Lengua de vaca	1 %
Asteraceae	*Taraxacum denslioni*	Diente de león	1 %
Rosaceae	*Fragaria* sp.		1 %
Asteraceae	*Gamochaeta americana (Mill.) Weed.*		1 %
Plantaginaceae	*Plantago major* L.	Llantén	1 %
Asteraceae	*Baccharis latifolia (Ruiz & Pav.) Pers.*	Chilca	1 %

Elaborado: Piñeda (2005).

INVENTARIO DE FAUNA

Cuadro 8. Listado de aves en la microcuenca Aguilán.

Orden	Familia	Especie	Nombre Vulgar	Cate	Habitat
Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius Linnaeus, 1758*	Cernícalo Americano	R	Pastizal
Falconiformes	Falconidae	*Falco peregrinus Tunstall, 1771*			Bosque
Galliformes	Cracidae	*Penelope montagnii*		P C	Bosque
Columbiformes	Columbidae	*Claravis pretiosa*			
Psittaciformes	Psittacidae	*Leptosittaca branickii Berlepsch & Stolzmann, 1894*		P C	Bosque
Psittaciformes	Psittacidae	*Hapalopsittaca pyrrhops (Salvin, 1876)*			Bosque
Apodiformes	Apodidae	*Streptoprocne zonaris*		C	Bosque
Apodiformes	Trochilidae	*Colibri coruscans (Gould, 1846)*		C	Cultivos
Apodiformes	Trochilidae	*Oreotrochilus Chimborazo (DeLattre & Bourcier, 1846*		R	Chaparro
Apodiformes	Trochilidae	*Aglaeactis cupripennis (Bourcier, 1843)*	Rayito Brillante	C	Bosque, Eucaliptar, Chaparro
Apodiformes	Trochilidae	*Coeligena iris (Gould, 1854)*	Frentiestrella Arcoiris	C	Bosque, Chaparro
Apodiformes	Trochilidae	*Heliangelus viola (Gould, 1853)*	Solángel Gorjipurpura	R	Chaparro
Apodiformes	Trochilidae	*Eriocnemis luciani (Bourcier, 1847)*		R	Eucaliptar
Apodiformes	Trochilidae	*Metallura tyrianthina (Loddiges, 1832)*		P C	Bosque, Chaparro
Apodiformes	Trochilidae	*Chaetocercus mulsant (Bourcier, 1842)*			
Piciformes	Ramphastidae	*Andigena hypoglauca*	Tucán Andino Pechigrís		
Piciformes	Picidae	*Piculus rivolii*	Carpintero Dorsicarmesí	R	Bosque
Passeriformes	Furnariidae	*Synallaxis azarae*	Colaespina de Azara	C	Bosque, Chaparro
Passeriformes	Furnariidae	*Margarornis squamiger*	Subepalo Perlado	P C	Bosque
Passeriformes	Formicariidae	*Grallaria squamigera*	Gralaria Ondulada	P C	Bosque
Passeriformes	Formicariidae	*Grallaria rufula*	Gralaria Rufa	P C	Bosque
Passeriformes	Formicariidae	*Grallaria quitensis*	Gralaria Leona	P C	Bosque, Chaparro
Passeriformes	Rhinocryptidae	*Scytalopus unicolor*	Tapacola Unicolor	C	Bosque, Chaparro, Eucaliptar
Passeriformes	Tyrannidae	*Elaenia albiceps*	Elenia Crestiblanca	C	Chaparro, Eucaliptar
Passeriformes	Tyrannidae	*Mecocerculus stictopterus*	Tiranillo Albibandeado	P C	Bosque
Passeriformes	Tyrannidae	*Anairetes parulus*		C	Bosque, Chaparro
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiotheretes fumigatus*	Alinaranja Ahumada	P C	Eucaliptar

Fuente: Tinoco *et al,* 2004.

Cuadro 8. Continuación del Cuadro 8. Listado de aves en la microcuenca Aguilán.

Orden	Familia	Especie	Nombre vulgar	Cate	Habitat
Passeriformes	Turdidae	*Turdus fuscater*	Mirlo Grande	C	Bosque, Eucaliptar, Chaparro
Passeriformes	Cinclidae	*Cinclus leucocephalus*		R	Quebrada
Passeriformes	Parulidae	*Myioborus melanocephalus*	Candelita de Anteojos.	C	Bosque, Chaparro
Passeriformes	Parulidae	*Basileuterus coronatus*	Reinita Coronirrojiza	R	Bosque
Passeriformes	Thraupidae	*Conirostrum sitticolor*		R	Eucaliptar
Passeriformes	Thraupidae	*Diglossopis cyanea*	Pinchaflor Enmascarado		Chaparro
Passeriformes	Thraupidae	*Diglossa lafresnayii*	Pinchaflor Satinado	R	Bosque
Passeriformes	Thraupidae	*Diglossa humeralis*	Pinchaflor Negro	C	Chaparro, Eucaliptar
Passeriformes	Thraupidae	*Tangara vassorii*	Tangara Azulinegra	P C	Bosque. Chaparro
Passeriformes	Thraupidae	*Iridosornis rufivertex*		P C	Bosque
Passeriformes	Thraupidae	*Anisognathus igniventris*	Tangara-Montana Ventriescarlata.	C	Bosque, Chaparro, Eucaliptar
Passeriformes	Thraupidae	*Anisognathus lacrymosus*	Tangara-Montana Lagrimosa	C	Bosque, Chaparro, Eucaliptar
Passeriformes	Thraupidae	*Dubusia taeniata*	Tangara-Montana Pechianteada.	R	Chaparro
Passeriformes	Thraupidae	*Hemispingus superciliaris*	Hemispingo Superciliado	R	Chaparro
Passeriformes	Thraupidae	*Catamblyrhynchus diadema*		R	Chaparro
Passeriformes	Cardinalidae	*Pheucticus chrysogaster*	Pico Grueso Amarillo sureño	P C	Eucaliptar
Passeriformes	Emberizidae	*Catamenia inornata*	Semillero Sencillo	C	Pastizal
Passeriformes	Emberizidae	*Catamenia analis*	Semillero Colifajeado	P C	Pastizal
Passeriformes	Emberizidae	*Atlapetes latinuchus*		C	Bosque, Chaparro
Passeriformes	Emberizidae	*Zonotrichia capensis*	Chingolo	C	Pastizal, Eucaliptar
Passeriformes	Icteridae	*Sturnella bellicosa*		R	Cultivos
Passeriformes	Fringillidae	*Carduelis magellanica*		P C	Eucaliptar

Fuente: Tinoco *et al,* 2004.

VALORES DE LOS COSTOS DE OPORTUNIDAD, GENERADOS POR LAS ACTIVIDADES AGRÍCOLAS QUE SE REALIZAN EN LA MICROCUENCA AGUILÁN.

Cuadro 9. Valor agregado neto de los sistemas de producción en la Microcuenca Aguilán.

Tipo de Cultivo	Producción bruta / ha	Consumo	Depreciación	VAN
Maíz	80	40	14	26
Papa	400	56	72	272
Fréjol	80	40	14	26
Cuyes	70		0	70
Chanchos	160		9	151
Bovinos	400		32	368
Gallinas	36		0	36
Total	1226		141	949

Elaborado: Piñeda (2005).

Cuadro 10. Ingresos anuales de los sistemas de producción en la microcuenca Aguilán

Tipo de Cultivo	VAN	Alquiler de tiera	Interes de credito	Transporte	Jornales	Insumos	Ingreso
Maíz	26	0	0	5	14	20	7
papa	272	0	0	20	112	100	40
fréjol	26	0	0	2	14	30	10
Cuyes	70	0	0	0		27	43
Chanchos	151	0	0	0		100	60
bovinos	368	0	0	0		283	85
Gallinas	36	0	0	0		26	10
Total	949	0	0	0			255

Elaborado: Piñeda (2005).

TABLAS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL DE 28 AÑOS

Tabla 1. Precipitación mensual de la estación meteorológica de Cañar

SERIES DE PRECIPITACION mm																
ESTACIÓN: CAÑAR					**INSTITUCIÓN:** INAMHI								**CODIGO:** M031			
PERÍODO: 1971-1998					**LAT:** 02° 33´ 5´ S				**LONG:** 78° 56´ 15´ W				**ELEV:** 3083 msnm			
	ENE	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**Suma**	**Máx.**	**Mín.**	**Media**
1975	48,8	50,7	115,7	50,0	29,2	43,3	21,5	11,3	45,8	57,9	21,1	37,4	532,7	115,7	11,3	44,4
1976	43,4	72,0	127,7	82,3	20,6	29,7	14,0	13,5	18,2	5,8	101,1	24,8	553,1	127,7	5,8	46,1
1977	18,2	46,5	64,3	125,2	38,5	24,5	31,2	32,3	51,4	25,7	21,8	32,6	512,2	125,2	18,2	42,7
1978	24,2	68,3	39,6	45,3	32,2	23,1	44,1	15,0	73,4	54,5	45,9	18,7	484,3	73,4	15,0	40,4
1979	19,8	76,4	84,4	67,1	67,5	62,4	61,1	63,6	12,1	63,9	56,2	35,7	670,2	84,4	12,1	55,9
1980	64,9	57,9	93,5	62,1	55,2	11,4	24,8	23,8	39,8	9,7	32,9	26,5	502,5	93,5	9,7	41,9
1981	19,9	23,9	32,0	42,3	8,3	22,1	10,0	19,6	28,6	45,1	4,0	16,7	272,5	45,1	4,0	22,7
1982	7,0	28,3	66,9	87,7	38,2	18,7	19,1	11,5	36,2	9,3	13,5	23,1	359,5	87,7	7,0	30,0
1983	9,6	47,3	73,7	64,2	48,6	13,8	1,9	26,1	24,4	28,9	18,0	5,3	361,8	73,7	1,9	30,2
1984	32,6	60,6	16,8	78,0	24,8	12,8	12,3	6,9	17,1	73,6	76,4	23,3	435,2	78,0	6,9	36,3
1985	28,1	41,8	119,4	32,1	10,8	8,3	25,8	13,3	10,6	18,4	17,4	38,9	364,9	119,4	8,3	30,4
1986	30,5	43,3	36,2	39,5	45,4	3,1	9,6	9,7	24,6	82,9	63,9	89,9	478,6	89,9	3,1	39,9
1987	44,5	21,3	65,2	86,8	92,7	7,7	4,0	9,3	12,8	83,4	15,9	78,3	521,9	92,7	4,0	43,5
1988	35,4	96,6	83,4	72,0	64,0	18,0	33,2	14,6	23,8	36,0	55,7	30,0	562,7	96,6	14,6	46,9
1989	11,9	10,2	9,2	20,3	54,2	12,6	32,3	17,8	17,8	38,4	32,5	44,4	301,6	54,2	9,2	25,1
1990	26,2	71,6	21,9	37,1	53,0	6,7	18,8	8,3	31,4	60,2	31,4	17,0	383,6	71,6	6,7	32,0
1991	26,5	20,4	75,5	105,9	57,4	2,2	**23,8**	13,6	13,0	52,6	12,6	5,1	408,6	105,9	2,2	34,1
1992	45,9	90,0	18,3	110,3	49,6	16,5	49,1	24,6	40,0	61,2	67,4	22,5	595,4	110,3	16,5	49,6
1993	79,3	79,4	74,6	28,1	23,5	23,8	34,5	2,1	7,1	34,0	32,3	6,9	425,6	79,4	2,1	35,5
1994	18,9	47,4	17,5	80,4	41,7	10,1	5,5	6,6	13,4	61,4	15,9	16,3	335,1	80,4	5,5	27,9
1995	25,3	24,2	61,7	26,9	68,8	22,7	15,5	12,3	20,2	22,4	34,6	22,2	356,8	68,8	12,3	29,7
1996	8,5	36,6	54,0	56,8	28,0	35,0	11,2	4,5	41,0	22,5	32,4	12,9	343,4	56,8	4,5	28,6
1997	46,5	106,0	125,4	80,0	22,5	10,6	17,1	8,6	25,7	37,8	46,8	55,4	582,4	125,4	8,6	48,5
1998	88,4	101,3	64,8	61,6	**41,7**	33,2	30,8	54,1	15,4	26,0	58,5	34,2	610,0	101,3	15,4	50,8
1999	13,3	38,8	84,3	60,1	72,5	33,0	33,7	4,4	5,6	25,9	72,8	41,1	485,5	84,3	4,4	40,5
2000	52,1	98,6	60,1	75,9	35,8	35,7	32,7	8,3	29,0	101,7	39,5	32,2	601,6	101,7	8,3	50,1
2001	50,6	19,0	101,4	41,1	30,3	23,0	23,8	11,9	19,9	91,5	99,0	43,4	554,9	101,4	11,9	46,2
2003	11,5	91,3	69,0	50,2	99,5	17,6	41,1	**12,3**	9,9	45,6	19,6	11,0	478,6	99,5	9,9	39,9
Media:	33,3	56,1	66,3	63,2	44,8	20,8	24,4	16,4	25,3	45,6	40,7	30,2	467,0	66,3	16,4	38,9
Desv.St.	21,0	28,6	33,9	26,3	22,3	13,3	14,2	13,9	15,4	25,8	26,0	19,8	105,7	33,9	13,3	21,7
Máx.:	88,4	106,0	127,7	125,2	99,5	62,4	61,1	63,6	73,4	101,7	101,1	89,9	670,2	127,7	61,1	91,7
Mín.:	7,0	10,2	9,2	20,3	8,3	2,2	1,9	2,1	5,6	5,8	4,0	5,1	272,5	20,3	1,9	6,8
Median:	27,3	49,1	66,1	61,9	41,7	18,4	23,8	12,3	22,0	41,8	32,7	25,7	481,5	66,1	12,3	35,2
# datos:	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
NOTA: NEGRILLA: RELLENO CON VALOR DE LA MEDIANA																

Fuente: INAMHI

Tabla 2. Precipitación mensual de la estación meteorológica de Biblián.

SERIES DE PRECIPITACION mm																
	ESTACIÓN: BIBLIAN					**INSTITUCIÓN:** INAMHI								**CODIGO:** M137		
	PERÍODO: 1971-1998					**LAT:** 02° 42´ 32´´ S				**LONG:** 78° 53´ 30´´ W				**ELEV:** 2640 msnm		
	ENE	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**Suma**	**Máx.**	**Mín.**	**Media**
1975	**70,5**	**80,5**	**108,2**	**103,7**	**41,5**	**45,1**	**56,3**	**64,4**	**36,1**	**101,4**	**30,6**	**47,3**	785,6	108,2	30,6	65,5
1976	**150,6**	**109,0**	**184,3**	**137,0**	**57,0**	**58,2**	**82,1**	**64,2**	**43,0**	**88,6**	**167,6**	**58,1**	1199,9	184,3	43,0	100,0
1977	**25,4**	**107,5**	**67,7**	**105,6**	**62,0**	**47,8**	**52,7**	**52,1**	**79,3**	**56,1**	**47,5**	**110,2**	813,9	110,2	25,4	67,8
1978	**45,7**	**135,7**	**99,4**	**63,2**	**45,8**	**53,3**	**64,1**	**17,6**	**57,6**	**64,0**	**121,1**	**60,4**	827,9	135,7	17,6	69,0
1979	**23,2**	**121,9**	**102,8**	**107,2**	**123,1**	**122,1**	**98,7**	**40,7**	**30,8**	**82,5**	**125,7**	**60,9**	1039,6	125,7	23,2	86,6
1980	27,9	26,6	42,9	51,2	27,9	20,4	21,5	22,4	25,0	15,6	28,6	30,3	340,3	51,2	15,6	28,4
1981	23,7	17,9	35,7	29,4	19,0	**69,9**	11,2	**43,3**	**67,7**	**83,6**	13,9	**31,1**	446,3	83,6	11,2	37,2
1982	**25,4**	**58,5**	**213,5**	**118,6**	**75,8**	**78,3**	**29,0**	**23,2**	**64,1**	**69,0**	**20,9**	**124,6**	900,9	213,5	20,9	75,1
1983	**25,0**	**48,1**	**124,8**	**171,8**	**81,4**	**18,7**	**26,2**	**20,0**	**25,4**	**8,8**	**73,4**	**55,9**	679,7	171,8	8,8	56,6
1984	120,6	99,8	54,9	74,2	42,3	37,4	62,4	29,9	**39,5**	130,7	123,3	53,2	868,2	130,7	29,9	72,4
1985	15,3	57,5	140,0	104,4	46,3	37,4	57,8	23,2	20,6	69,1	94,5	104,0	770,1	140,0	15,3	64,2
1986	72,8	34,8	82,1	84,1	124,8	29,5	42,9	42,6	42,6	**139,8**	**83,3**	**103,4**	882,7	139,8	29,5	73,6
1987	**57,4**	**57,1**	**156,6**	**141,5**	79,1	**10,0**	**14,2**	**16,1**	**19,7**	**63,0**	43,2	128,7	786,6	156,6	10,0	65,5
1988	42,1	172,7	123,2	138,0	**84,8**	65,0	40,7	50,9	78,7	53,2	90,3	34,0	973,6	172,7	34,0	81,1
1989	46,7	28,7	51,8	136,5	52,7	44,2	47,3	47,4	31,4	**62,8**	**37,7**	**69,2**	656,3	136,5	28,7	54,7
1990	43,7	77,8	73,7	54,5	64,5	36,5	36,1	20,5	70,1	92,7	102,2	63,2	735,5	102,2	20,5	61,3
1991	17,1	69,2	157,3	123,8	115,0	20,8	38,1	28,0	36,2	94,6	38,4	42,9	781,4	157,3	17,1	65,1
1992	98,7	141,8	98,4	186,6	84,1	36,5	44,5	36,6	23,6	149,4	144,4	63,4	1108,0	186,6	23,6	92,3
1993	122,9	147,7	152,7	35,7	30,2	61,4	43,2	11,8	37,3	116,4	14,6	16,1	790,0	152,7	11,8	65,8
1994	50,3	107,3	44,5	124,9	66,7	34,1	38,3	27,2	32,4	90,5	67,2	48,0	731,4	124,9	27,2	61,0
1995	57,9	27,9	126,6	76,6	90,2	46,5	31,4	32,6	41,2	54,2	109,9	57,3	752,3	126,6	27,9	62,7
1996	58,8	106,5	100,5	67,9	48,6	52,9	33,6	10,5	59,3	41,3	105,6	89,3	774,8	106,5	10,5	64,6
1997	91,9	132,7	212,7	95,6	64,2	37,2	57,5	18,3	20,4	78,7	92,0	122,8	1024,0	212,7	18,3	85,3
1998	89,8	111,2	160,8	103,0	80,7	91,4	87,6	109,4	69,9	60,1	216,6	70,1	1250,6	216,6	60,1	104,2
1999	13,0	112,2	87,2	266,7	96,2	25,0	62,3	10,2	23,1	28,9	163,5	110,9	999,2	266,7	10,2	83,3
2000	**139,9**	144,0	**160,7**	**108,2**	**94,5**	58,9	55,0	16,4	18,8	**128,6**	**33,4**	**31,3**	989,6	160,7	16,4	82,5
2001	**130,3**	**53,8**	**70,9**	**47,5**	29,2	22,2	49,4	23,7	43,9	67,0	**145,5**	**113,5**	796,9	145,5	22,2	66,4
2003	103,0	**76,1**	**121,7**	**123,7**	**117,3**	**23,9**	110,9	27,5	17,4	151,2	109,5	23,3	1005,6	151,2	17,4	83,8
Media:	63,9	88,0	112,7	106,5	69,5	45,9	49,8	33,2	41,3	80,1	87,3	68,7	846,8	112,7	33,2	70,6
Desv.St.	41,6	42,9	49,7	50,0	29,8	24,4	23,7	21,3	19,5	37,4	52,6	33,7	198,1	52,6	19,5	35,6
Máx.:	150,6	172,7	213,5	266,7	124,8	122,1	110,9	109,4	79,3	151,2	216,6	128,7	1250,6	266,7	79,3	153,9
Mín.:	13,0	17,9	35,7	29,4	19,0	10,0	11,2	10,2	17,4	8,8	13,9	16,1	340,3	35,7	8,8	16,9
Median:	53,8	90,1	105,5	105,0	65,6	40,8	45,9	27,4	36,8	73,9	91,2	60,7	805,4	105,5	27,4	66,4
# datos:	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
NOTA: NEGRILLAS, RELLENO CON CORRELACIÓN CON ESTACIÓN (M139)GUALACEO																

Fuente: INAMHI

Tabla 3. Precipitación mensual de la estación meteorológica de Paute

SERIES DE PRECIPITACIÓN mm																
	ESTACIÓN: PAUTE					**INSTITUCIÓN:** INAMHI								**CODIGO:** M138		
	PERÍODO: 1971-1998					**LAT:** 02° 46´ 39´´ S				**LONG:** 78° 45´ 32´´ W				**ELEV:** 2289 msnm		
	ENE	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**Suma**	**Máx.**	**Mín.**	**Media**
1975	81,6	86,7	147,7	26,7	27,5	25,7	22,1	46,7	43,0	73,3	54,6	54,7	690,3	147,7	22,1	57,5
1976	44,5	67,8	125,2	123,1	23,7	54,4	40,3	20,2	27,8	65,9	139,0	33,8	765,7	139,0	20,2	63,8
1977	23,5	109,7	58,8	79,0	43,0	41,8	66,6	46,0	78,5	39,3	31,6	91,6	709,4	109,7	23,5	59,1
1978	38,8	75,4	89,0	52,4	49,4	62,7	71,7	24,6	68,0	66,2	107,0	52,8	758,0	107,0	24,6	63,2
1979	39,9	96,5	61,3	60,3	86,2	93,7	81,2	54,2	36,4	90,6	65,6	47,7	813,6	96,5	36,4	67,8
1980	35,0	61,6	106,5	100,1	82,5	57,7	63,0	91,6	50,2	49,3	65,7	44,6	807,8	106,5	35,0	67,3
1981	30,4	39,0	61,3	52,1	14,6	59,1	29,1	68,4	63,3	35,6	22,9	75,2	551,0	75,2	14,6	45,9
1982	10,0	41,6	136,5	88,1	64,8	90,1	37,9	28,7	56,3	35,9	24,7	84,8	699,4	136,5	10,0	58,3
1983	9,8	43,4	136,5	130,4	57,0	28,9	24,2	26,7	27,1	41,7	76,5	47,4	649,6	136,5	9,8	54,1
1984	93,9	71,4	76,4	67,3	32,7	44,0	47,1	34,6	30,6	91,6	84,9	61,9	736,4	93,9	30,6	61,4
1985	90,4	31,8	94,5	59,4	27,4	34,0	52,5	25,8	24,0	68,6	71,1	111,6	691,1	111,6	24,0	57,6
1986	97,0	60,8	172,7	73,1	87,7	16,1	46,9	41,2	22,7	154,0	69,8	105,5	947,5	172,7	16,1	79,0
1987	83,5	66,0	156,4	77,2	81,2	15,6	38,5	29,3	34,3	94,7	64,0	32,1	772,8	156,4	15,6	64,4
1988	40,3	104,4	89,6	145,1	97,2	61,9	52,6	23,9	32,7	34,7	73,5	22,5	778,4	145,1	22,5	64,9
1989	45,9	16,7	29,3	90,2	60,5	34,2	43,2	58,4	28,5	44,0	24,7	26,4	502,0	90,2	16,7	41,8
1990	16,4	88,6	77,5	**73,5**	**50,7**	**43,7**	**47,0**	**33,0**	**29,6**	**68,6**	**71,0**	**56,1**	655,5	88,6	16,4	54,6
1991	**39,4**	**65,2**	**89,3**	**73,5**	**50,7**	**43,7**	**47,0**	**33,0**	**29,6**	**68,6**	**71,0**	**56,1**	666,9	89,3	29,6	55,6
1992	**39,4**	**65,2**	**89,3**	**73,5**	**50,7**	35,9	49,4	40,3	24,1	117,0	70,8	78,0	733,6	117,0	24,1	61,1
1993	82,3	119,1	179,7	19,5	26,3	71,1	45,4	7,6	20,7	164,3	12,3	42,1	790,4	179,7	7,6	65,9
1994	28,7	40,8	32,5	81,7	24,9	43,7	18,9	32,7	32,9	83,8	63,1	115,4	599,1	115,4	18,9	49,9
1995	37,0	36,2	47,4	71,8	75,6	51,0	25,2	35,0	19,8	30,0	93,1	64,4	586,5	93,1	19,8	48,9
1996	26,9	55,0	72,7	54,0	50,4	52,4	41,7	15,3	28,3	32,7	77,9	83,6	590,9	83,6	15,3	49,2
1997	26,7	135,6	195,6	73,5	43,1	27,9	44,3	24,4	22,1	100,4	83,9	198,9	976,4	198,9	22,1	81,4
1998	62,9	36,0	110,0	112,2	61,4	64,1	69,2	81,9	24,0	98,8	113,7	42,6	876,8	113,7	24,0	73,1
1999	6,3	31,0	42,3	71,8	76,8	24,1	63,0	11,7	28,2	40,3	133,5	108,6	637,6	133,5	6,3	53,1
2000	93,1	176,5	100,0	126,4	98,0	41,7	53,5	33,2	39,2	114,4	31,4	50,1	957,5	176,5	31,4	79,8
2001	93,5	64,9	69,5	66,1	29,6	30,9	48,2	41,7	95,5	70,1	140,6	57,4	808,0	140,6	29,6	67,3
2003	38,9	65,5	82,2	100,0	50,7	43,6	68,4	29,7	11,9	**68,6**	73,7	16,0	649,2	100,0	11,9	54,1
Media:	48,4	69,7	97,5	79,4	54,4	46,2	47,8	37,1	36,8	73,0	71,8	66,5	728,6	97,5	36,8	60,7
Desv.St.	29,0	35,5	44,5	29,2	24,0	19,4	15,8	19,4	19,3	35,3	33,9	37,7	119,7	44,5	15,8	28,6
Máx.:	97,0	176,5	195,6	145,1	98,0	93,7	81,2	91,6	95,5	164,3	140,6	198,9	976,4	198,9	81,2	131,5
Mín.:	6,3	16,7	29,3	19,5	14,6	15,6	18,9	7,6	11,9	30,0	12,3	16,0	502,0	30,0	6,3	16,6
Median:	39,4	65,2	89,3	73,5	50,7	43,7	47,0	33,0	29,6	68,6	71,0	56,1	721,5	89,3	29,6	55,6
# datos:	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
NOTA: NEGRILLA: RELLENO CON EL VALOR DE LA MEDIANA																

Fuente: INAMHI

Tabla 4. Precipitación mensual de la estación meteorológica de Río Mazar Ribera

SERIES DE PRECIPITACIÓN mm																
	ESTACIÓN: Río Mazar Rivera					**INSTITUCIÓN:** INAMHI									**CODIGO: M410**	
	PERÍODO: 1971-1998					**LAT:** 02° 34´ 25´ S				**LONG:** 78° 39´ 00´ W					**ELEV: 2450 m**	
	ENE	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**Suma**	**Máx.**	**Mín.**	**Media**
1975	97,0	53,1	122,0	102,2	92,4	130,3	186,9	178,2	174,0	108,7	53,9	64,2	1362,9	186,9	53,1	113,6
1976	102,4	62,5	135,1	90,2	147,9	193,6	294,0	87,7	165,9	55,5	114,8	**64,2**	1513,8	294,0	55,5	126,2
1977	66,9	97,4	92,1	78,4	150,7	155,5	190,5	185,6	113,3	40,1	58,1	54,4	1283,0	190,5	40,1	106,9
1978	24,4	64,1	35,6	101,1	177,2	216,6	286,3	130,8	158,4	100,2	137,3	57,7	1489,7	286,3	24,4	124,1
1979	69,5	59,2	95,9	84,2	195,1	254,2	164,2	256,9	114,7	117,2	45,6	21,4	1478,1	256,9	21,4	123,2
1980	**58,8**	18,4	58,7	146,1	197,0	269,9	**176,9**	162,0	71,7	41,2	141,1	56,4	1398,1	269,9	18,4	116,5
1981	34,3	109,0	106,0	114,4	39,6	236,7	186,4	132,8	95,4	51,6	**72,5**	128,3	1307,0	236,7	34,3	108,9
1982	**58,8**	**66,4**	**97,8**	**113,7**	**147,9**	**164,4**	**176,9**	**123,1**	**112,7**	**89,5**	**72,5**	**64,2**	1287,5	176,9	58,8	107,3
1983	45,2	31,4	70,3	139,6	146,8	77,7	104,2	97,0	86,5	45,3	76,6	100,9	1021,5	146,8	31,4	85,1
1984	93,3	29,3	158,0	93,7	131,1	161,4	170,0	152,1	98,7	174,5	72,5	32,6	1367,2	174,5	29,3	113,9
1985	**58,8**	109,6	113,4	73,0	128,5	186,4	151,9	107,9	120,9	57,2	28,8	54,3	1190,7	186,4	28,8	99,2
1986	33,3	23,7	99,6	156,2	148,5	123,2	183,2	135,2	95,2	99,8	72,7	75,3	1245,9	183,2	23,7	103,8
1987	130,6	72,9	126,1	108,5	189,5	129,2	157,1	108,1	182,1	104,4	29,0	90,3	1427,8	189,5	29,0	119,0
1988	25,4	181,7	103,5	143,1	191,7	**164,4**	158,3	93,9	112,0	**89,5**	**72,5**	**64,2**	1400,1	191,7	25,4	116,7
1989	27,4	68,6	67,8	52,6	124,4	171,9	192,2	155,6	134,8	69,8	35,3	57,0	1157,4	192,2	27,4	96,5
1990	61,4	48,0	104,5	112,9	130,4	116,0	156,5	94,1	181,3	104,6	68,0	**64,2**	1241,9	181,3	48,0	103,5
1991	96,7	153,2	90,6	146,6	86,5	127,9	146,7	172,2	**112,7**	107,4	29,4	101,3	1371,2	172,2	29,4	114,3
1992	36,8	107,5	48,9	181,6	174,0	73,4	143,8	106,6	66,5	95,8	88,9	**64,2**	1188,0	181,6	36,8	99,0
1993	**58,8**	**66,4**	**97,8**	**113,7**	133,6	167,8	193,1	69,1	77,6	92,5	**72,5**	**64,2**	1206,9	193,1	58,8	100,6
1994	**58,8**	49,8	224,3	120,9	124,9	203,0	122,4	152,9	125,1	81,7	96,4	66,0	1426,2	224,3	49,8	118,8
1995	42,6	109,3	48,1	80,0	190,9	167,3	152,9	90,7	29,1	29,1	79,1	39,5	1058,6	190,9	29,1	88,2
1996	41,0	52,3	93,5	109,8	168,5	199,0	170,5	104,6	107,3	73,9	**72,5**	**64,2**	1257,1	199,0	41,0	104,8
1997	**58,8**	90,0	120,9	173,5	76,8	134,7	95,9	123,1	73,3	104,0	41,1	106,9	1199,0	173,5	41,1	99,9
1998	120,5	48,4	102,5	123,8	219,4	260,1	268,5	234,5	113,7	86,4	111,9	78,8	1768,5	268,5	48,4	147,4
1999	56,3	38,2	55,9	181,8	229,6	132,4	202,7	93,3	113,3	101,1	88,7	112,8	1406,1	229,6	38,2	117,2
2000	61,2	200,7	33,2	167,0	144,2	132,9	247,3	97,1	130,5	80,8	35,1	52,6	1382,6	247,3	33,2	115,2
2001	47,3	95,7	84,5	102,4	166,7	74,4	187,3	157,9	82,1	69,6	82,3	97,5	1247,7	187,3	47,3	104,0
2003	116,5	90,8	135,6	144,7	103,0	189,3	188,3	107,4	49,1	119,7	48,5	45,0	1337,9	189,3	45,0	111,5
Media:	63,7	78,5	97,2	119,8	148,5	164,8	180,5	132,5	110,6	85,4	71,3	69,4	1322,2	207,2	37,4	110,2
Desv.St.	29,6	44,7	39,9	34,0	44,0	52,9	47,1	44,5	38,1	30,7	30,3	24,9	150,9	38,6	11,7	12,6
Máx:	130,6	200,7	224,3	181,8	229,6	269,9	294,0	256,9	182,1	174,5	141,1	128,3	1768,5	294,0	58,8	147,4
Mín:	24,4	18,4	33,2	52,6	39,6	73,4	95,9	69,1	29,1	29,1	28,8	21,4	1021,5	146,8	18,4	85,1
Median:	58,8	66,4	97,8	113,7	147,9	164,4	176,9	123,1	112,7	89,5	72,5	64,2	1322,5	190,7	35,6	110,2
# datos:	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
NOTA: DATOS RELLENADOS CON LA MEDIANA																

Fuente: INAMHI

Tabla 5. Precipitación mensual mensual de la microcuenca Aguilán

SERIES DE PRECIPITACIÓN mm																
1975	73,4	83,8	112,6	108,0	43,2	46,9	58,6	67,0	37,6	105,6	31,9	49,2	817,8	112,6	31,9	68,2
1976	156,8	113,5	191,9	142,6	59,3	60,6	85,5	66,8	44,8	92,2	174,5	60,5	1248,9	191,9	44,8	104,1
1977	26,4	111,9	70,5	109,9	64,5	49,8	54,9	54,2	82,6	58,4	49,4	114,7	847,3	114,7	26,4	70,6
1978	47,6	141,3	103,5	65,8	47,7	55,5	66,7	18,3	60,0	66,6	126,1	62,9	861,8	141,3	18,3	71,8
1979	24,2	126,9	107,0	111,6	128,1	127,1	102,7	42,4	32,1	85,9	130,9	63,4	1082,2	130,9	24,2	90,2
1980	29,0	27,7	44,7	53,3	29,0	21,2	22,4	23,3	26,0	16,2	29,8	31,5	354,3	53,3	16,2	29,5
1981	24,7	18,6	37,2	30,6	19,8	72,8	11,7	45,1	70,5	87,0	14,5	32,4	464,7	87,0	11,7	38,7
1982	26,4	60,9	222,3	123,5	78,9	81,5	30,2	24,2	66,7	71,8	21,8	129,7	937,8	222,3	21,8	78,2
1983	26,0	50,1	129,9	178,8	84,7	19,5	27,3	20,8	26,4	9,2	76,4	58,2	707,4	178,8	9,2	58,9
1984	125,5	103,9	57,2	77,2	44,0	38,9	65,0	31,1	41,1	136,1	128,4	55,4	903,8	136,1	31,1	75,3
1985	15,9	59,9	145,7	108,7	48,2	38,9	60,2	24,2	21,4	71,9	98,4	108,3	801,7	145,7	15,9	66,8
1986	75,8	36,2	85,5	87,5	129,9	30,7	44,7	44,3	44,3	145,5	86,7	107,6	918,9	145,5	30,7	76,6
1987	59,8	59,4	163,0	147,3	82,3	10,4	14,8	16,8	20,5	65,6	45,0	134,0	818,9	163,0	10,4	68,2
1988	43,8	179,8	128,3	143,7	88,3	67,7	42,4	53,0	81,9	55,4	94,0	35,4	1013,5	179,8	35,4	84,5
1989	48,6	29,9	53,9	142,1	54,9	46,0	49,2	49,3	32,7	65,4	39,2	72,0	683,3	142,1	29,9	56,9
1990	45,5	81,0	76,7	56,7	67,1	38,0	37,6	21,3	73,0	96,5	106,4	65,8	765,7	106,4	21,3	63,8
1991	17,8	72,0	163,7	128,9	119,7	21,7	39,7	29,1	37,7	98,5	40,0	44,7	813,4	163,7	17,8	67,8
1992	102,7	147,6	102,4	194,3	87,5	38,0	46,3	38,1	24,6	155,5	150,3	66,0	1153,4	194,3	24,6	96,1
1993	127,9	153,8	159,0	37,2	31,4	63,9	45,0	12,3	38,8	121,2	15,2	16,8	822,4	159,0	12,3	68,5
1994	52,4	111,7	46,3	130,0	69,4	35,5	39,9	28,3	33,7	94,2	70,0	50,0	761,4	130,0	28,3	63,4
1995	60,3	29,0	131,8	79,7	93,9	48,4	32,7	33,9	42,9	56,4	114,4	59,6	783,1	131,8	29,0	65,3
1996	61,2	110,9	104,6	70,7	50,6	55,1	35,0	10,9	61,7	43,0	109,9	93,0	806,6	110,9	10,9	67,2
1997	95,7	138,1	221,4	99,5	66,8	38,7	59,9	19,1	21,2	81,9	95,8	127,8	1066,0	221,4	19,1	88,8
1998	93,5	115,8	167,4	107,2	84,0	95,1	91,2	113,9	72,8	62,6	225,5	73,0	1301,9	225,5	62,6	108,5
1999	13,5	116,8	90,8	277,6	100,1	26,0	64,9	10,6	24,0	30,1	170,2	115,4	1040,2	277,6	10,6	86,7
2000	145,6	149,9	167,3	112,6	98,4	61,3	57,3	17,1	19,6	133,9	34,8	32,6	1030,3	167,3	17,1	85,9
2001	135,6	56,0	73,8	49,4	30,4	23,1	51,4	24,7	45,7	69,7	151,5	118,2	829,6	151,5	23,1	69,1
2003	107,2	79,2	126,7	128,8	122,1	24,9	115,4	28,6	18,1	157,4	114,0	24,3	1046,7	157,4	18,1	87,2
Media:	66,5	91,6	117,3	110,8	72,3	47,8	51,9	34,6	42,9	83,3	90,9	71,5	881,5	155,1	23,3	73,5
Desv.St.	42,5	43,9	50,8	51,2	30,5	25,0	24,2	21,8	19,9	38,2	53,8	34,5	202,5	45,8	11,4	16,9
Máx:	156,8	179,8	222,3	277,6	129,9	127,1	115,4	113,9	82,6	157,4	225,5	134,0	1301,9	277,6	62,6	108,5
Mín:	13,5	18,6	37,2	30,6	19,8	10,4	11,7	10,6	18,1	9,2	14,5	16,8	354,3	53,3	9,2	29,5
Median:	56,1	93,8	109,8	109,3	68,3	42,5	47,8	28,5	38,3	76,9	94,9	63,1	838,4	148,6	21,5	69,9
# datos:	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28

Elaborado: Piñeda (2005)

Ejemplo

Factor: 1,041

Precipitación media mensual estaión Biblián, enero 1975: 70,5 mm

Precipitación media mensual microcuenca Aguilán, enero1975: 70,5 mm x 1,041 = 73,4

Tabla 6. Temperatura mensual de la estación meteorológica de Cañar

SERIES DE TEMPERATURA MEDIA °C															
	ESTACIÓN: CAÑAR						**INSTITUCIÓN:** INAMHI						**CODIGO:** M031		
	PERÍODO: 1971-1998						**LAT:** 02° 33´ 5´ S			**LONG:** 78° 56´ 15´ W			**ELEV:** 3083 msnm		
	ENE	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**Máx.**	**Mín.**	**Media**
1975	10,8	10,2	10,4	10,8	10,9	10,6	10,2	10,2	10,4	10,8	10,7	11,2	11,2	10,2	10,6
1976	10,8	11,0	10,8	11,5	11,9	11,6	11,1	11,3	11,4	11,9	11,8	12,3	12,3	10,8	11,5
1977	12,7	12,3	12,4	12,0	12,1	11,6	11,1	11,0	11,6	11,5	11,7	10,2	12,7	10,2	11,7
1978	10,7	10,4	10,4	11,9	11,6	11,3	10,2	11,1	10,6	11,0	11,3	11,4	11,9	10,2	11,0
1979	11,4	10,8	11,6	11,6	11,0	10,2	9,5	10,0	10,7	10,6	10,7	10,5	11,6	9,5	10,7
1980	10,7	10,4	11,5	11,4	11,5	10,9	9,7	10,4	11,4	11,7	11,8	11,9	11,9	9,7	11,1
1981	12,0	11,8	12,3	11,9	11,7	11,1	11,3	11,2	11,4	12,2	12,5	12,5	12,5	11,1	11,8
1982	12,0	12,8	12,2	11,7	11,4	10,9	10,5	10,0	11,2	10,9	12,3	11,1	12,8	10,0	11,4
1983	11,4	11,4	11,3	11,5	11,7	**11,5**	12,2	11,2	11,6	**11,4**	11,1	11,4	12,2	11,1	11,5
1984	11,8	10,5	12,0	11,4	12,1	12,2	11,0	11,1	11,4	11,6	10,9	11,1	12,2	10,5	11,4
1985	10,7	11,6	11,2	12,0	11,9	11,5	10,3	10,8	11,3	11,7	10,9	11,6	12,0	10,3	11,3
1986	10,6	11,2	11,4	11,4	11,4	11,6	10,7	10,9	**11,4**	**11,4**	11,4	**11,4**	11,6	10,6	11,2
1987	12,7	12,7	12,2	12,2	12,2	11,9	11,5	11,0	11,3	11,0	11,9	10,9	12,7	10,9	11,8
1988	9,8	10,4	10,5	10,7	10,5	10,8	9,5	10,6	10,3	10,8	10,1	11,3	11,3	9,5	10,4
1989	9,7	11,0	11,6	11,4	11,2	10,9	9,7	10,3	11,1	10,9	10,0	10,0	11,6	9,7	10,7
1990	11,6	10,1	10,8	11,5	12,0	10,9	10,0	10,9	11,0	10,8	11,0	11,7	12,0	10,0	11,0
1991	12,2	12,8	11,6	12,0	11,5	12,2	11,2	11,4	12,5	11,3	11,5	12,2	12,8	11,2	11,9
1992	11,4	11,9	11,5	11,2	12,0	11,0	10,2	10,7	11,1	10,8	10,6	9,9	12,0	9,9	11,0
1993	10,5	10,4	9,8	11,4	11,2	11,1	9,8	11,1	11,3	11,3	11,5	10,3	11,5	9,8	10,8
1994	12,0	10,9	11,7	11,7	11,5	11,6	10,9	10,5	11,9	11,1	11,8	11,6	12,0	10,5	11,4
1995	11,7	12,1	11,3	11,8	12,3	12,6	11,1	10,0	11,4	11,8	11,9	11,7	12,6	10,0	11,6
1996	12,4	11,8	12,5	12,2	12,0	11,9	10,0	11,2	11,6	11,8	11,3	11,6	12,5	10,0	11,7
1997	11,4	10,7	10,8	11,9	11,7	12,2	11,3	11,3	11,5	12,0	11,3	11,9	12,2	10,7	11,5
1998	11,0	11,5	11,8	11,6	**11,7**	11,6	11,0	10,3	11,7	11,7	11,6	11,8	11,8	10,3	11,4
1999	12,2	11,7	11,6	12,5	12,0	12,0	11,7	11,9	11,8	11,8	11,5	10,9	12,5	10,9	11,8
2000	10,5	11,1	11,1	11,9	11,9	11,4	10,8	11,2	12,0	11,5	11,4	11,7	12,0	10,5	11,4
2001	10,4	12,0	12,1	12,0	12,4	12,3	11,1	11,6	12,8	12,5	11,8	12,9	12,9	10,4	12,0
2003	13,7	13,2	13,4	13,4	12,9	12,1	11,2	**10,9**	12,3	12,5	11,8	11,7	13,7	10,9	12,4
Media:	11,4	11,4	11,5	11,7	11,7	11,5	10,7	10,9	11,4	11,4	11,4	11,4	11,7	10,7	11,4
Desv.St.	0,9	0,9	0,8	0,5	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,5	0,6	0,7	0,9	0,5	0,7
Máx:	13,7	13,2	13,4	13,4	12,9	12,6	12,2	11,9	12,8	12,5	12,5	12,9	13,7	11,9	12,8
Mín:	9,7	10,1	9,8	10,7	10,5	10,2	9,5	10,0	10,3	10,6	10,0	9,9	10,7	9,5	10,1
Median:	11,4	11,3	11,6	11,7	11,7	11,6	10,9	11,0	11,4	11,5	11,5	11,5	11,7	10,9	11,4
# datos:	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
NOTA: DATOS RELLENADOS CON EL VALOR MEDIO															

Fuente: INAMHI

Tabla 7. Temperatura mensual de la estación meteorológica de Biblián

SERIES DE TEMPERATURA MEDIA °C															
	ESTACIÓN: BIBLIÁN					**INSTITUCIÓN:** INAMHI							**CODIGO: M137**		
	PERÍODO: 1971-1998					**LAT:** 02° 42´ 32´ S				**LONG:** 78° 53´ 30´ W			**ELEV:** 2640 msnm		
	ENE	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**Máx.**	**Mín.**	**Media**
1975	**14,7**	**15**	**14,7**	**15,1**	**15**	**14,3**	**13,7**	**13,6**	**13,7**	**14,7**	**15,6**	**15,1**	15,6	13,6	14,7
1976	**15,5**	**14,4**	**14**	**14,1**	**14,2**	**13,4**	**12,6**	**13,8**	**13,3**	**14,2**	**14,7**	**14,5**	15,5	12,6	14,2
1977	**13,6**	**13,8**	**14,6**	**14,2**	**14,2**	**14,2**	**13,4**	**13**	**13,1**	**14,4**	**15,1**	**13,9**	15,1	13,0	14,0
1978	**14,2**	**13,7**	**14,2**	**14,1**	**13,4**	**13,7**	**12,3**	**12,7**	**12,5**	**14,2**	**14,4**	**14,2**	14,4	12,3	13,7
1979	**13,9**	**14**	**14,1**	**14,4**	**13,8**	**13,7**	**12,5**	**12,6**	**13**	**13,7**	**14,2**	**15,1**	15,1	12,5	13,9
1980	**14**	**14,2**	**14,6**	**14**	**13,8**	**12,6**	**11,6**	**12,3**	**13,7**	**14,4**	**14,4**	**15,2**	15,2	11,6	13,8
1981	**15,8**	**14,2**	**14,6**	**14,5**	**14,2**	**13,4**	**13,2**	**13,1**	**13,9**	**15,3**	**15,7**	**15,7**	15,8	13,1	14,6
1982	**15,2**	**15,1**	**14,6**	**14,3**	**14,4**	**12,5**	**13**	**12**	**14,1**	**14,7**	**15,5**	**15,7**	15,7	12,0	14,4
1983	**15,6**	**15**	**14,9**	**14,4**	**14,5**	**13,2**	**13,1**	**14**	**14,5**	**14,9**	**15,2**	**15**	15,6	13,1	14,6
1984	**15,5**	**15,6**	**14,4**	**14,5**	**14,3**	**13,9**	**13,2**	**13,4**	**14,2**	15,1	15	15,2	15,6	13,2	14,6
1985	15	15,2	14,9	14,6	14,4	13,3	11,9	13	13,3	14,9	15,1	15	15,2	11,9	14,3
1986	14,4	15,1	15,3	14,7	14,5	13,5	13,6	13,3	14,4	**14,6**	**15,4**	**15,2**	15,4	13,3	14,6
1987	**16**	**15,3**	**15,5**	**15,7**	14,2	**14,8**	**13,9**	**13,4**	**14,1**	**14,4**	15	14,4	16,0	13,4	14,8
1988	14	13,9	14,1	14,2	**14,5**	13,5	12,2	13,4	13,2	14,8	14,3	15,4	15,4	12,2	14,1
1989	15	13,6	15	14,8	14,3	13,2	11,9	12,4	13,7	**15,5**	**14,7**	**15,6**	15,6	11,9	14,3
1990	15,3	14,8	14,2	15,4	14,6	13,5	11,9	13,4	13,7	14,8	14,3	14,9	15,4	11,9	14,3
1991	15,4	15	14,8	14,7	14,1	13,6	**12,8**	13,6	15,2	**14,7**	**15,1**	16,4	16,4	12,8	14,8
1992	**15**	**14,7**	15	14,9	15,1	13,8	12,3	13	13,8	14,8	15,1	**15,1**	15,1	12,3	14,4
1993	14,4	14,4	14,3	14,9	14,3	13,9	12,7	13,6	13,8	14,4	15,5	15,7	15,7	12,7	14,4
1994	15,2	15,8	14,8	15,4	14,2	14	13	13,1	14,4	15	15,6	15,8	15,8	13,0	14,8
1995	15,4	15,7	15,5	14,9	15,2	14,8	13,2	12,3	14,1	13,7	**15,2**	16,1	16,1	12,3	14,8
1996	15,9	15,3	15,5	15,5	15,5	13,8	12,5	13,6	14,5	14,2	15,3	15,5	15,9	12,5	14,8
1997	14,8	14,6	14,4	15	14,8	14,1	13,3	12,8	13,5	14,3	14,5	15,1	15,1	12,8	14,3
1998	14,4	14,4	14,5	14,4	14,2	12,6	12,4	11,9	13,3	14,4	14,6	15,2	15,2	11,9	14,0
1999	14,8	14,9	15,3	15,1	14,3	14,1	13,5	13,9	13,8	14,8	14,9	14,3	15,3	13,5	14,5
2000	**14,8**	**14,2**	**14,5**	**14,6**	**14,1**	**13,5**	13,7	**12,7**	**13,5**	**15**	**15**	**15,1**	15,1	12,7	14,3
2001	**15,3**	**14,4**	**15**	**15**	**14,3**	**14,8**	**12,3**	**12,4**	**14,2**	**15,5**	**14,9**	**15,5**	15,5	12,3	14,5
2003	**15,4**	**16,2**	**16,1**	**16,1**	**14,8**	**13,7**	12,5	13,2	**14,3**	14,3	15,3	14,5	16,2	12,5	14,8
Media:	14,9	14,7	14,8	14,8	14,4	13,7	12,8	13,1	13,8	14,6	15,0	15,2	15,5	12,6	14,4
Desv.St.	0,6	0,7	0,5	0,5	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,6	0,3	0,4	0,5
Máx.:	16	16,2	16,1	16,1	15,5	14,8	13,9	14	15,2	15,5	15,7	16,4	14,8	16,4	13,6
Mín.:	13,6	13,6	14,0	14,0	13,4	12,5	11,6	11,9	12,5	13,7	14,2	13,9	13,7	14,4	11,6
Median:	15,0	14,8	14,7	14,7	14,3	13,7	12,8	13,1	13,8	14,7	15,1	15,2	14,4	15,5	12,6
# datos:	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
NOTA: DATOS RELLENADOS CON CORRELACIÓN ESTACIÓN M138 (PAUTE) **R = 0.99**															

Fuente: INAMHI

Tabla 8. Temperatura mensual de la estación meteorológica de Paute.

SERIES DE TEMPERATURA MEDIA °C															
	ESTACIÓN: PAUTE					**INSTITUCIÓN:** INAMHI								**CODIGO:** M138	
	PERÍODO: 1971-1998					**LAT:** 02° 46´ 39´ S			**LONG:** 78° 45´ 32´ W					**ELEV:** 2289 msnm	
	ENE	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**Máx.**	**Mín.**	**Media**
1975	17,8	18,1	17,8	18,2	18,1	17,4	16,7	16,6	16,7	17,8	18,7	**18,2**	18,7	16,6	17,7
1976	18,6	17,5	17,0	17,1	17,2	16,4	15,6	16,8	16,3	17,2	17,8	17,6	18,6	15,6	17,1
1977	16,6	16,8	17,7	17,3	17,3	17,2	16,4	16,0	16,1	17,5	18,2	16,9	18,2	16,0	17,0
1978	17,2	16,7	17,3	17,1	16,4	16,7	15,2	15,7	15,5	17,2	17,5	17,3	17,5	15,2	16,7
1979	16,9	17,0	17,1	17,5	16,8	**16,7**	15,5	15,6	16,0	16,7	17,2	**18,2**	18,2	15,5	16,8
1980	17,0	17,3	17,7	17,0	16,8	15,6	14,5	15,2	16,7	17,5	17,5	18,3	18,3	14,5	16,8
1981	18,9	17,3	17,7	17,6	17,2	16,4	16,2	16,1	**16,9**	18,4	18,8	18,8	18,9	16,1	17,5
1982	18,3	18,2	17,7	17,4	17,5	15,5	16,0	14,9	17,1	17,8	18,6	18,8	18,8	14,9	17,3
1983	18,7	18,1	18,0	17,5	17,6	16,2	16,1	17,0	17,6	18,0	18,3	18,1	18,7	16,1	17,6
1984	18,6	18,7	17,5	17,6	17,4	16,9	16,2	16,4	17,3	17,8	18,5	18,9	18,9	16,2	17,7
1985	18,4	18,4	18,6	18,4	18,1	17,0	15,6	17,1	17,3	19,0	19,2	18,8	19,2	15,6	18,0
1986	17,9	18,8	18,8	18,0	18,0	17,1	16,2	16,0	17,4	17,7	18,5	18,3	18,8	16,0	17,7
1987	19,1	18,4	18,6	18,8	18,2	17,9	16,9	16,4	17,1	17,5	18,3	17,9	19,1	16,4	17,9
1988	17,5	17,5	17,7	17,3	17,6	16,7	16,0	16,6	16,7	18,4	18,0	18,3	18,4	16,0	17,4
1989	18,9	17,0	18,7	18,7	17,6	16,5	15,7	15,9	17,6	18,6	17,8	18,7	18,9	15,7	17,6
1990	18,6	18,1	17,9	18,3	**17,5**	**16,7**	**15,8**	**16,0**	**16,9**	18,5	18,0	17,5	18,6	15,8	17,5
1991	**18,1**	**17,8**	**17,9**	**17,8**	**17,5**	**16,7**	**15,8**	**16,0**	**16,9**	**17,8**	**18,2**	**18,2**	18,2	15,8	17,4
1992	**18,1**	**17,8**	**17,9**	**17,8**	**17,5**	16,6	15,2	15,8	16,8	17,9	**18,2**	**18,2**	18,2	15,2	17,3
1993	17,4	17,0	16,8	17,6	16,9	16,0	15,2	16,0	16,9	17,7	18,3	18,6	18,6	15,2	17,0
1994	18,3	18,7	18,0	18,0	17,5	16,9	16,0	15,8	17,4	18,3	18,5	17,8	18,7	15,8	17,6
1995	18,2	18,1	18,8	17,8	17,9	17,6	16,0	14,9	17,7	17,2	18,3	19,3	19,3	14,9	17,7
1996	18,8	18,0	18,5	18,1	18,2	16,7	15,2	16,0	17,0	17,5	18,3	**18,2**	18,8	15,2	17,5
1997	18,1	17,5	17,1	17,3	17,4	16,7	16,1	16,3	17,0	17,5	17,7	18,4	18,4	16,1	17,3
1998	17,7	**17,8**	17,7	17,4	17,3	15,9	15,8	14,6	16,4	17,5	17,8	18,4	18,4	14,6	17,0
1999	18,3	18,6	18,7	18,5	17,4	17,1	16,6	16,8	16,5	18,1	18,3	17,8	18,7	16,5	17,7
2000	17,9	17,3	17,6	17,7	17,1	16,5	15,0	15,7	16,5	18,1	18,1	18,2	18,2	15,0	17,1
2001	18,4	17,5	18,1	18,1	17,4	17,9	15,3	15,4	17,2	18,6	18,0	18,6	18,6	15,3	17,5
2003	18,5	19,4	19,2	19,2	17,9	16,7	15,6	17,0	17,4	**17,8**	18,9	18,4	19,4	15,6	18,0
Media:	18,1	17,8	17,9	17,8	17,5	16,7	15,8	16,0	16,9	17,8	18,2	18,2	18,2	15,8	17,4
Desv.St.	0,6	0,7	0,6	0,6	0,4	0,6	0,5	0,7	0,5	0,5	0,4	0,5	0,7	0,4	0,6
Máx:	19,1	19,4	19,2	19,2	18,2	17,9	16,9	17,1	17,7	19,0	19,2	19,3	19,4	16,9	18,5
Mín:	16,6	16,7	16,8	17,0	16,4	15,5	14,5	14,6	15,5	16,7	17,2	16,9	17,2	14,5	16,2
Median:	18,3	17,8	17,9	17,8	17,5	16,7	15,8	16,0	16,9	17,8	18,3	18,3	18,3	15,8	17,4
# datos:	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
NOTA: DATOS RELLENADOS CON VALOR MEDIO															

Fuente: INAMHI

Tabla 9. Temperatura media mensual de la Microcuenca Aguilán.

SERIES DE TEMPERATURA MEDIA °C															
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Máx.	Mín.	Media
1975	14,4	14,7	14,4	14,8	14,7	14,0	13,4	13,3	13,4	14,4	15,3	14,8	15,3	13,3	14,4
1976	15,2	14,1	13,7	13,8	13,9	13,1	12,3	13,5	13,0	13,9	14,4	14,2	15,2	12,3	13,9
1977	13,3	13,5	14,3	13,9	13,9	13,9	13,1	12,7	12,8	14,1	14,8	13,6	14,8	12,7	13,8
1978	13,9	13,4	13,9	13,8	13,1	13,4	12,1	12,4	12,3	13,9	14,1	13,9	14,1	12,1	13,4
1979	13,6	13,7	13,8	14,1	13,5	13,4	12,3	12,3	12,7	13,4	13,9	14,8	14,8	12,3	13,6
1980	13,7	13,9	14,3	13,7	13,5	12,3	11,4	12,1	13,4	14,1	14,1	14,9	14,9	11,4	13,6
1981	15,5	13,9	14,3	14,2	13,9	13,1	12,9	12,8	13,6	15,0	15,4	15,4	15,5	12,8	14,3
1982	14,9	14,8	14,3	14,0	14,1	12,3	12,7	11,8	13,8	14,4	15,2	15,4	15,4	11,8	14,1
1983	15,3	14,7	14,6	14,1	14,2	12,9	12,8	13,7	14,2	14,6	14,9	14,7	15,3	12,8	14,3
1984	15,2	15,3	14,1	14,2	14,0	13,6	12,9	13,1	13,9	14,8	14,7	14,9	15,3	12,9	14,3
1985	14,7	14,9	14,6	14,3	14,1	13,0	11,7	12,7	13,0	14,6	14,8	14,7	14,9	11,7	14,0
1986	14,1	14,8	15,0	14,4	14,2	13,2	13,3	13,0	14,1	14,3	15,1	14,9	15,1	13,0	14,3
1987	15,7	15,0	15,2	15,4	13,9	14,5	13,6	13,1	13,8	14,1	14,7	14,1	15,7	13,1	14,5
1988	13,7	13,6	13,8	13,9	14,2	13,2	12,0	13,1	12,9	14,5	14,0	15,1	15,1	12,0	13,8
1989	14,7	13,3	14,7	14,5	14,0	12,9	11,7	12,2	13,4	15,2	14,4	15,3	15,3	11,7	14,0
1990	15,0	14,5	13,9	15,1	14,3	13,2	11,7	13,1	13,4	14,5	14,0	14,6	15,1	11,7	14,0
1991	15,1	14,7	14,5	14,4	13,8	13,3	12,5	13,3	14,9	14,4	14,8	16,1	16,1	12,5	14,5
1992	14,7	14,4	14,7	14,6	14,8	13,5	12,1	12,7	13,5	14,5	14,8	14,8	14,8	12,1	14,1
1993	14,1	14,1	14,0	14,6	14,0	13,6	12,4	13,3	13,5	14,1	15,2	15,4	15,4	12,4	14,1
1994	14,9	15,5	14,5	15,1	13,9	13,7	12,7	12,8	14,1	14,7	15,3	15,5	15,5	12,7	14,5
1995	15,1	15,4	15,2	14,6	14,9	14,5	12,9	12,1	13,8	13,4	14,9	15,8	15,8	12,1	14,5
1996	15,6	15,0	15,2	15,2	15,2	13,5	12,3	13,3	14,2	13,9	15,0	15,2	15,6	12,3	14,5
1997	14,5	14,3	14,1	14,7	14,5	13,8	13,0	12,5	13,2	14,0	14,2	14,8	14,8	12,5	14,0
1998	14,1	14,1	14,2	14,1	13,9	12,3	12,2	11,7	13,0	14,1	14,3	14,9	14,9	11,7	13,7
1999	14,5	14,6	15,0	14,8	14,0	13,8	13,2	13,6	13,5	14,5	14,6	14,0	15,0	13,2	14,2
2000	14,5	13,9	14,2	14,3	13,8	13,2	13,4	12,4	13,2	14,7	14,7	14,8	14,8	12,4	14,0
2001	15,0	14,1	14,7	14,7	14,0	14,5	12,1	12,2	13,9	15,2	14,6	15,2	15,2	12,1	14,3
2003	15,1	15,9	15,8	15,8	14,5	13,4	12,3	12,9	14,0	14,0	15,0	14,2	15,9	12,3	14,5
Media:	14,6	14,4	14,5	14,5	14,1	13,4	12,5	12,8	13,5	14,3	14,7	14,9	15,2	12,4	14,1
Desv.St.	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,5	0,3
Máx:	15,7	15,9	15,8	15,8	15,2	14,5	13,6	13,7	14,9	15,2	15,4	16,1	16,1	13,3	14,5
Mín:	13,3	13,3	13,7	13,7	13,1	12,3	11,4	11,7	12,3	13,4	13,9	13,6	14,1	11,4	13,4
Median:	14,7	14,5	14,4	14,4	14,0	13,4	12,5	12,8	13,5	14,4	14,7	14,8	15,2	12,3	14,1
# datos:	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28

Elaborado: Piñeda (2005).

Ejemplo:

Factor: 0,98

Temperatura media mensual estación Biblián, enero de 19975: 14,7 ^{0}C

Temperatura media mensual microcuenca Aguilán, enero 1975:14,7 x 0,98 =14,4

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO EN LA MICROCUENCA AGUILÁN.

Tabla 10. Valores del coeficiente de escurrimiento.

Topografía y Vegetación	Textura del suelo		
	Ligera	Media	Fina
BOSQUE			
Plano (0 -5% pendiente)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (5-10% pendiente)	0.25	0.35	0.50
Escarpado (10-30% pendiente)	0.30	0.50	0.60
PASTIZALES			
Plano (0 -5% pendiente)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (5-10% pendiente)	0.16	0.36	0.55
Escarpado (10-30% pendiente)	0.22	0.42	0.60
AGRICOLAS			
Plano (0 -5% pendiente)	0.30	0.50	0.60
Ondulado (5-10% pendiente)	0.40	0.60	0.70
Escarpado (10-30% pendiente)	0.52	0.72	0.82

Los valores de la tabla anterior nos permiten determinar el coeficiente de escurrimiento de cada uno de los tipos de cobertura existentes en la microcuenca Aguilán los que se presentan a continuación:

Tabla 11. Valores del coeficiente de escurrimiento de la cobertura vegetal de la microcuenca Aguilán

Tipo de cobertura	Coeficiente de Escurrimiento
Bosque denso	0,50
Páramo	0,50
Matorral	0,50
Pastizal	0,42
Cultivos	0,60
Plantación de pino	0,42
Plantación de Eucalipto	0,42
Total	3,36
Media del coeficiente del coeficiente de escurrimiento	0,48

El valor medio del coeficiente de escurrimiento de la cobertura vegetal de la microcuenca Aguilán, es de 0,48, pero para nuestro estudio se utilizó el valor redondeado de 0,5.

CALIDAD DEL AGUA DE LA MICROCUENCA AGUILÁN

Criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico

4.1.1.1 Se entiende por agua para consumo humano y uso doméstico aquella que se emplea en actividades como:

a) Bebida y preparación de alimentos para consumo,

b) Satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios,

c) Fabricación o procesamiento de alimentos en general.

4.1.1.2 Esta Norma se aplica durante la captación de la misma y se refiere a las aguas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de tratamiento convencional, deberán cumplir con los siguientes criterios (vertabla):

Tabla 12. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permisible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio	Al	mg/l	0,2
Amoniaco	N-Amoniacal	mg/l	1,0
Amonio	NH_4	mg/l	0,05
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Cianuro (total)	CN^-	mg/l	0,1
Cloruro	Cl	mg/l	250
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Coliformes Totales	nmp/100 ml		3 000

Continuanción de la tabla 10.

Parametros	Expresado como	Unidad	Limite maximo Permisible
Coliformes Fecales Color	nmp/100 ml color real	 unidades de color	600 100
Compuestos fenólicos Cromo hexavalente	Fenol Cr^{+6}	mg/l mg/l	0,002 0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO_5	mg/l	2,0
Dureza	$CaCO_3$	mg/l	500
Bifenilo policlorados/PCBs	Concentración de PCBs totales	µg/l	0,0005
Fluoruro (total)	F	mg/l	1,5
Hierro (total)	Fe	mg/l	1,0
Manganeso (total)	Mn	mg/l	0,1
Materia flotante			Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10,0
Nitrito	N-Nitrito	mg/l	1,0
Olor y sabor			Es permitido olor y sabor removible por tratamiento convencional
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l
Plata (total)	Ag	mg/l	0,05
Plomo (total)	Pb	mg/l	0,05
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio (total)	Se	mg/l	0,01
Sodio	Na	mg/l	200
Sólidos disueltos totales		mg/l	1 000
Sulfatos	SO4=	mg/l	400
Temperatura		°C	Condición Natural + o – 3 grados
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Turbiedad		UTN	100
Zinc	Zn	mg/l	5,0

Nota. Los parámetros que están resaltados son lo que se tomaron para determinar la calidad del agua del lugar de captación que beneficia a la comunidad de Aguilán.

ENCUESTAS

Figura 1. Encuesta para determinar la importancia del recurso hídrico

N^0 de Encuesta:
Lugar: _____
Fecha: _____

Solicito a usted para que marque una (X), entre las siguientes opciones de importancia de los diferentes servicios que presta el Bosque.

Servicios que brinda el bosque	Tipo de importancia		
	Ninguna importancia	Poca Importancia	Muy Importante.
Rango de importancia	1-50	51-79	80-100
Promedio	25	65	90
El Bosque sirve para retener agua.			
El bosque sirve para almacenar agua.			
El bosque mantiene constante la cantidad de agua.			
El bosque influye para que se produzcan lluvias.			
El bosque filtra el agua y la purifica.			
El bosque evita que se produzcan avalanchas de lodo.			
El Bosque ayuda a mantener el suministro de agua de beber.			
Numero de veces seleccionado	3	9	198

Figura 2. Encuesta utilizada para obtener la disposición de pago por parte de los usuarios del agua en la microcuenca Aguilán.

Encuesta

No:_____Lugar:_____Fecha:_____

____

Le pedimos su distinguida colaboración, ya que estamos realizando un estudio de valoración económica de la oferta y la demanda del recurso hídrico en la microcuenca Aguilán, es de mencionar, que el presente cuestionario, es anónimo y voluntario, por que buscamos su sinceridad, en sus respuestas a las preguntas que se plantean.

Cuáles son los beneficios que le ofrece el bosque por la oferta del agua?

Regulación de agua superficial. ( ) Suministra agua para consumo humano ( )
Prevención y control de inundaciones ( ) Recarga acuíferos. ( )

Cuál es la fuente de abastecimiento de agua para usted y su familia?

Tubería. ( ) Riachuelo. ( ) Pozo. ( ) Manantial. ( )
Otro
_____

Cuáles son los usos que le da usted y su familia al agua?

Dom+estico. ( ) Cuánto consume su familia de agua en un día _____
Agricultura. ( ) Cuántas hectáreas de terreno cultivable posee su familia _____
Ganadería.( ) Cuál es el numero de cabezas de ganado por su familia. _____
Otros. _____

Posee usted agua permanente todo el año?

Si ( ) No ( )
Si la respuesta es negativa, indiquemos el tiempo que usted no posee agua _____
_____

Cuál es la producción agrícola que usted obtiene, con riego y sin riego:

Producto	Producción con riego	Producción sin riego
Papa	_____	_____
Maíz	_____	_____
Cebada.	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Si le pidiera calificar del 1 al 5, la importancia que tiene el agua, que suministra el bosque Cubilán, para utilizarla en las diferentes actividades que desarrolla usted, que calificación le daría:

Valiosa. 5 ( )
Muy importante. 4 ( )
Importante. 3 ( )
Poco importante. 2 ( )
No es importante 1 ( )

Si le pidiera calificar, del 1 al 3 la calidad de agua, que tiene el Bosque Cubilan para su utilización.

1. Mala ( ) 2. Regular ( ) 3. Buena ( )

Conoce usted que la pérdida de la cubierta vegetal, provoca una escasez de agua para las diferentes utilidades que le da usted y su familia?
Si ( ) No ( )
Conociendo que usted es un beneficiario directo del recurso agua, estaría dispuesto a ayudar económicamente a la conservación del bosque Cubilán, ya que su permanencia, le asegura, el suministro de agua para sus necesidades.

Si ( ) No ( )

La conservación de zona de Bosque Cubilán, demanda de gastos económicos ¿ Qué cantidad de dinero estaría dispuesto a pagar mensualmente para cubrir estos gastos.

Nada ( ) 4 dólares ( ) 9 o más dólares ( )
50 centavos. ( ) 5 dólares ( )
1 dólar. ( ) 6 dólares ( )
2 dólares ( ) 7 dólares ( )
3 dólares. ( ) 8 dólares ( )

Las siguientes preguntas son muy importantes para el presente estudio, todas sus respuestas son estrictamente confidenciales.

Sexo: Masculino ( ) Femenino ( )
Edad: _____años

Educación: Primaria ( ) Secundaria ( ) Universitaria ( ) Ninguna ( )

Ocupación: _____
Ingresos personales:

Menos de $ 150 ( )
Entre $ 151 a 200 ( )
Entre $ 201 a 250 ( )
Entre $ 251 a 300 ( )
Mas de $ 300 ( )

COEFICIENTE DE EVAPOTRANSPIRACIÓN.

Figura 3. Coeficiente Evapotranspiración de la Microcuenca Aguilán**.**

$$L = 300 + 25(14^0 C) + 0{,}05(14^0 C)^3 = 300 + 350 + 137{,}2 = 787{,}2$$

$$ET = \frac{p}{\sqrt{0{,}9 + \frac{p^2}{L^2}}} = \frac{881mm}{\sqrt{0{,}9 + \frac{881^2}{787{,}2^2}}} = 881/1{,}48 = 595$$

Coeficiente de Evapotranspiración = 595 mm /881mm=0,675

PERFILES DE LOS SUELO DE LAS COBERTURAS VEGETALES EXISTENTES EN LA MICROCUENCA AGUILÁN.

a) Perfil 1. Suelo de cultivos.

La capa de hojarasca no existe en este tipo de perfil ya que la actividad antropica no permite su desarrollo. El horizonte Humífero (A) tiene un espesor de 60 cm, color castaño muy oscuro en húmedo (10 YR 2/2) y de color gris muy oscuro en seco (10 YR 3/1), textura franca, estructura migajosa, pH fuertemente ácido de 4,31, la cantidad de materia orgánica es alta (6,30 %), el nitrógeno alcanza (81,574 ug/ml) y la presencia de pocas raíces finas a una profundidad de 25 a 30 cm. El perfil de este tipo de cobertura vegetal se lo muestra en la figura 4.

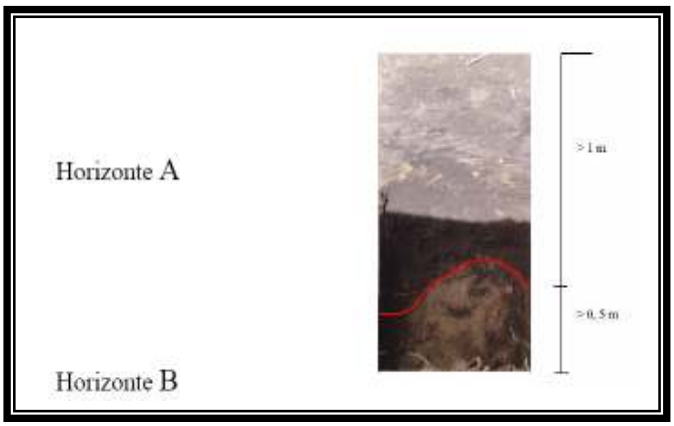

Figura 4. Esquema del perfil de cultivos.

El horizonte estructural (B), tiene un espesor de 20 cm., en suelo húmedo su color es amarillento castaño (10 YR 6/8) y en seco es amarillo (10 YR 7/8), textura franca arcilloso, estructura migajosa.

El horizonte estructural (C), tiene un espesor de 20 cm., color castaño muy pálido en húmedo (10 YR 4/3) y de color blanco en seco (10 YR 8/2), textura franca arcilloso, estructura migajosa. Al fondo de este horizonte se observa la roca madre.

b) Perfil 2. Pastizal.

En la parte superior del perfil se encuentra una capa de hojarasca de 1,3 cm. de espesor. El horizonte humífero (A) tiene un espesor de 32 a 48 cm., en húmedo es de color negro (10 YR 2/1) y de color castaño muy oscuro en seco (10 YR 2/2). Su textura es franca, estructura migajosa, pH medianamente ácido de 5.43, la cantidad de materia orgánica es alta del 7 %, el nitrógeno de igual manera es alto (85,06 ug/ml), la presencia de muchas raíces medias hasta una profundidad de 25 cm. El perfil de esta tipo de cobertura se lo muestra en la figura 5.

Figura 5. Esquema del perfil del pastizal.

El horizonte estructural (B), tiene un espesor de 18 a 36 cm. En húmedo es de color amarillento castaño (10 YR 6/8) y en seco su color es castaño o café (10 YR 5/3), la textura franca arcilloso y estructura migajosa.

El horizonte estructural (C), tiene un espesor de 42 a 45 cm, color Castaño amarillento (10 YR 5/8) en húmedo y de color amarillo en seco (10 YR 7/6). La textura es franca arcillosa, estructura migajosa. Al fondo del horizonte se observa la roca madre.

d) Perfil 4. Plantación de Eucalipto.

La capa de hojarasca no existe en este tipo de perfil ya que la actividad antropica no permite su desarrollo. El horizonte humífero (A) tiene un espesor de 80 cm, color castaño amarillento en húmedo (10 YR 5/8) y de color amarillo en seco (10YR 7/6), textura franca arcilloso, estructura laminar, ph medianamente ácido de 5,08, la cantidad de materia orgánica es baja (1,03 %), el nitrógeno de igual manera es alto (13,55 ug/ml), la presencia de pocas raíces gruesas y pocas muy finas a una profundidad de 1,50 m. El perfil de este tipo de cobertura vegetal se lo muestra en la figura 6.

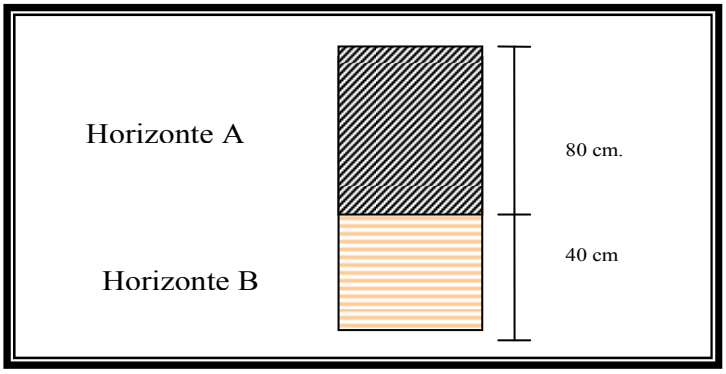

Figura 6. Esquema del perfil de suelo en una plantación de eucalipto.

El horizonte estructural (B), tiene un espesor de 40cm, de color amarillento castaño en húmedo (10 YR 6/8) y color castaño muy pálido en seco (10 YR 7/4), textura franca arcilloso, estructura laminar no se pudo observar el siguiente horizonte o la roca madre, ya que los suelos de este perfil son muy profundos.

e) Perfil 5. Plantación Pino.

En la parte superior del perfil se encuentra una capa de hojarasca de. 1 5 cm. De espesor. El horizonte umífero (A) tiene un espesor de 65 cm, color negro en húmedo (10 YR 2/1) y de color castaño muy oscuro en seco (10 YR 2/2), textura franca, estructura migajosa, ph medianamente ácido con un valor de 5,01, la cantidad de materia orgánica es alta con un valor (7,20 %), el nitrógeno igual es alto (86,056 ug/ml), la presencia de pocas raíces gruesas y muchas raíces muy finas a una profundidad de 15 cm. El perfil de este tipo de cobertura vegetal se lo muestra en la figura 7.

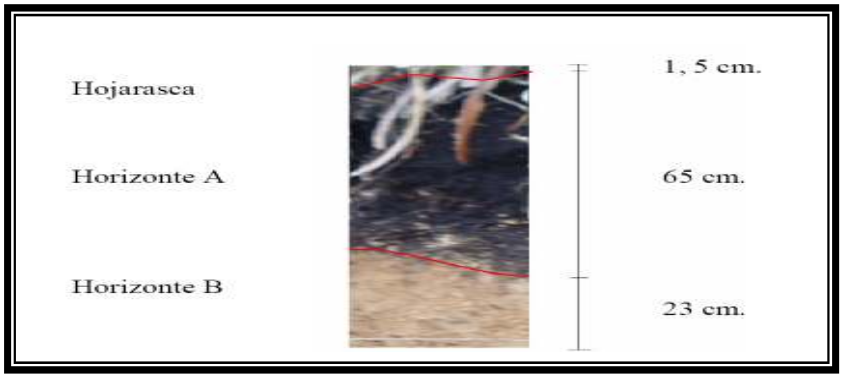

Figura 7. Esquema del perfil de la plantación de Pino.

El horizonte estructural (B), tiene un espesor de 23 cm, de color amarillento castaño en húmedo (10 YR 6/8) y color castaño muy pálido en seco (10 YR 7/3), textura franco arenosa, estructura esferoidal granulosa, no se pudo observar el siguiente horizonte o la roca madre, debido a que estos suelos con este perfil son muy profundos.

Figura 8. Alternativas de protección, mantenimiento y recuperación del área abastecedora de agua en la microcuenca Aguilán.

1. Mantenimiento del área cubierta por vegetación de importancia hidrológica.

Objetivo general:

Proteger los remanentes de bosques y matorral de la zona de importancia hídrica de la microcuenca abastecedoras para garantizar su permanencia en beneficio de las actuales y futuras generaciones.

Objetivos específicos:

- Mantener y, en lo posible, mejorar la oferta de agua para consumo humano a través de la protección de la cubierta vegetal de importancia para la prestación del servicio ambiental hidrológico.
- Mantener los hábitats de flora y fauna en estos ecosistemas.

Resultados esperados:

- Se mantiene y protege la cobertura vegetal de importancia hídrica.
- Se mantienen la oferta hídrica para uso doméstico.
- Permanecen los hábitats de especies animales y vegetales.
- Oferentes del servicio ambiental hidrológico, conscientes de la necesidad de proteger sus remanentes boscosos y fuentes de agua.

Procedimiento básico para la implementación:

a. Promoción con los propietarios de la tierra para lograr su sensibilización y motivación que permita proteger las áreas de boque y matorral.
b. Discutir con los actores involucrados (oferentes, demandantes, municipio) la necesidad de declarar las áreas de bosque y matorral como lugar de conservación de la vegetación proveedora del servicio ambiental hidrológico.
c. Zonificación y delimitación en el terreno del área a proteger.
d. Analizar con los involucrados los mejores mecanismos para asumir el compromiso de que la vegetación de interés no sea alterada.
e. Capacitación en temas relevantes (servicios ambientales, protección de bosques, prevención y control incendios forestales).
f. Organización de los oferentes del servicio ambiental.
g. Promocionar y hacer conocer las leyes pertinentes en relación al tema. Esto ayudará a lograr los objetivos descritos.

Materiales y equipos:

Cinta, carta topográfica, machetes, estacas de madera para señalamiento, material educativo sobre: protección de bosques, incendios forestales (slides, videos, papelógrafos, marcadores).

Presupuesto:

Las actividades, requerimientos y costos aproximados que se requieren en el primer año para lograr acuerdos que permitan proteger la vegetación de importancia hídrica

en la parte alta de las microcuencas abastecedoras se indican en el cuadro que prosigue.

Actividades, requerimientos y costos para el mantenimiento y protección del bosque natural y matorral de la zona de importancia hidrológica durante el primer año.

Actividad	Unidad de medida	Requerimiento (#)	Costo unitario ($)	Costo total ($)
Promoción/ capacitación	Reuniones comunales	8,00	100,00	800,00
Trabajos				
Reconocimiento	Jornal	4,00	7,00	28,00
Delimitación	Jornal	4,00	7,00	28,00
Materiales				
Material para capacitación	Varios	1,00	250,00	250,00
Materiales de campo (cinta, machetes, estacas, etc.	Varios	1,00	50,00	50,00
Asistencia técnica (acompañamiento, levantamiento de línea base, monitoreo, etc.)	Ocupación anual (%)	0,10	3 600,00	360,00
Subtotal				1516
Imprevistos (5%)				75,80
Total				1591,85

A partir del segundo año será necesario mantener reuniones periódicas con los propietarios de la tierra para revisar los acuerdos y el cumplimiento de los compromisos adquiridos por las partes. Adicional a ello, será necesario mantener un programa de monitoreo que permita verificar el grado de protección del bosque y los avances logrados a partir de la línea base. Esta última medida apoyará para la implementación del mecanismo de compensación por la protección de la cobertura vegetal. En este sentido, las actividades, requerimientos y costos aproximados que se requieren a partir del segundo año, en función de las medidas mencionadas se indican en el cuadro siguiente.

Actividades, requerimientos y costos para el mantenimiento y de la vegetación proveedora del servicio ambiental hidrológico a partir del segundo año.

Actividad	Unidad de medida	Requerimiento (#)	Costo unitario ($)	Costo total ($)
Revisión de acuerdos	Reuniones comunales	3,00	20,00	75,00
Trabajos de mantenimiento				
Verificación de limites y superficies	Jornal	4,00	7,00	20,00
Asistencia técnica	Ocupación anual (%)	0,10	3 600,00	360,00
Subtotal				387,00
Imprevistos (5%)				19,35
Total				406,35

2. Cerramiento de las nacientes superficiales de agua.

La normativa para el manejo sustentable de los bosque nativos del Ecuador en su Capitulo II y Artículo 13, establece que formarán parte de la zonas de protección permanentes, entre otros terrenos, las nacientes superficiales de agua alrededor de las que se dejará una franja de por lo menos 10 m en contorno, es decir, en un diámetro de 20 m que a la vez ocupa 0,03 ha. Este es el criterio básico para proceder a cerrar las áreas circundantes a las dos nacientes de donde se provee del líquido vital las diferentes comunidades que usan el agua para consumo Humana y domestico.

Objetivo general:

Proteger las nacientes superficiales de agua que abastecen a la comunidad de aguilán y a las otras comunidades para evitar su contaminación y deterioro.

Objetivos específicos:

Establecer un área que limite el ingreso de animales y otras fuentes de contaminación.

Favorecer la recuperación y manejo de la cubierta vegetal dentro de esta área.

Resultados esperados:

Prácticas de cerramiento establecidas.

Contaminación del agua para uso doméstico evitada.

Nacientes superficiales de agua protegidas.

Propietarios de terrenos conscientes de la necesidad de proteger estas áreas.

Procedimiento básico para la implementación:

a. Promoción y acuerdo con los dos propietarios de los terrenos donde están ubicadas las fuentes de agua, para lograr su sensibilización y motivación que permita realizar las acciones propuestas.
b. Analizar con los involucrados los mejores mecanismos para asumir el compromiso cerrar y proteger esta área.
c. Delimitación y marcación en el terreno de la zona a proteger.
d. Cercado con alambre de púas y postes.
e. Actividades de mantenimiento.

Presupuesto:

Las actividades, requerimientos y costos aproximados que se invertirían en los cinco años para lograr acuerdos que permitan proteger la zona circundante a cada naciente superficial de agua se indican en la tabla siguiente.

Actividades, requerimientos y costos para proteger la zona circundante a las nacientes superficiales que abastecen de agua a los habitantes de la comunidad de Aguilán en el primer año.

Actividad	Unidad de medida	cantidad (#)	Costo unitario ($)	Costo total ($)
Trabajos				
Reconocimiento y delimitación	Jornal	3,00	7,00	21,00
Cercado	Jornal	12,00	7,00	84,00
Materiales				
Alambre de púas	M	62.8	800,00	72,00
Grapas	Kg	0,80	3,00	2,40
Postes muertos	Unidad	42	0,50	21,00
Herramienta (barreta, martillo, templón, etc.)	Varios	1,00	50,00	50,00
Incentivos				
Pago del costo de oportunidad a los propietarios de la tierra	Ha	0,03	85	2,55
Reposición	Varios	1	30,00	30,00
Asistencia técnica	Ocupación anual (%)	0,01	3 600,00	36,00
Subtotal				318,95
Imprevistos (5%)				15,95
Total/ha año 1				334,9
Mantenimiento del cerco	Jornales	12	7	84
Incentivos				
Pago por el costo de Oportunidad	Ha	0,03	85	2,55
Reposición	Varios	1,00	30	30
Subtotal				116,55
Imprevistos (5%)				5,83
Total/ha año 2				122,38
Mantenimiento del cerco	Jornales	12	7	84
Incentivos				
Pago por el costo de Oportunidad	Ha	0,03	85	2,55
Reposición	Varios	1,00	30	30
Subtotal				116,55
Imprevistos (5%)				5,83
Total/ha año 3				122,38
Mantenimiento del cerco	Jornales	12	7	84
Incentivos				
Pago por el costo de Oportunidad	Ha	0,03	85	2,55
Reposición	Varios	1,00	30	30
Subtotal				116,55
Imprevistos (5%)				5,83
Total/ha año 4				122,38
Mantenimiento del cerco	Jornales	12	7	84
Incentivos				
Pago por el costo de Oportunidad	Ha	0,03	85	2,55
Reposición	Varios	1,00	30	30
Subtotal				116,55
Imprevistos (5%)				5,83
Total/ha año 5				122,38

A partir del segundo año se estima que estos costos se reducen y remiten a actividades de mantenimiento del cerco, reposición de postes muertos y pago por el costo de oportunidad del uso de la tierra. Esta última actividad se mantiene en un 100% y los costos se reducen al 36,52% por año de los costos que se proponen para el primer año, por lo tanto, el costo de mantenimiento desde el segundo año se estima en $ 122,38.

3. Costos para la actividad de vigilancia en la microcuenca Aguilán

Los costos de vigilancia en la microcuenca Aguilán se presentan a detalle cada uno de los componetes de esta actividad en la tabla siguiente

Costos para la actividad de vigilancia en la microcuenca Aguilán.

ITEM DE INVERSIÓN	. UNI.	CANT.	PRECIO ($) UNIT	SUBT	Vida (años)	Deprec. anual ($)	Año 0 O	Año 1 15%	Año 2 30%	Año 3 45%	Año 4 60%
Equipo de uso personal.											
Uniformes	U	2	30	60			60,00	63,00	66,00	69,00	72,00
Traje impermeable	U	2	30	60			60,00	63,00	66,00	69,00	72,00
Chompa de plumón	.U	2	36	72			72,00	75,60	79,20	82,80	86,40
Botas de caucho	U	2	20	40			40,00	42,00	44,00	46,00	48,00
Botas de cuero	U	2	36	72			72,00	75,60	79,20	82,80	86,40
Guantes térmicos	U	2	10	20			20,00	21,00	22,00	23,00	24,00
Sleeping	U	2	70	140			140,00	147,00	154,00	161,00	168,00
Vajilla de aluminio	U	1	25	25			25,00	26,25	27,50	28,75	30,00
Linterna	U	1	50	50			50,00	52,50	55,00	57,50	60,00
Machete	U	2	4	8			8,00	8,40	8,80	9,20	9,60
Aislantes térmicos	U	2	15	30			30,00	31,50	33,00	34,50	36,00
Botiquín	U	1	50	50			50,00	52,50	55,00	57,50	60,00
Gas de defensa	U	2	15	30			30,00	31,50	33,00	34,50	36,00
Equipo de vigilancia											
Binoculares	U	1	150	150	5	30	180,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Brújula	U	1	60	60	5	12	72,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Navaja multiuso	U	2	80	160	5	32	182,00	32,00	32,00	32,00	32,00
Cocina y cilindro	U	1	100	100	5	20	120,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Carpa(cuatro personas)	U	1	75	75	5	15	90,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Celular Motorota	U	2	150	300	5	60	360,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Moto	U	2	2000	4000	5	800	4800,00	800,00	800,00	800,00	800,00
Carabina calibre 12	U	2	700	1400	5	280	1680,00	280,00	280,00	280,00	280,00
Infraestructura básica.											
Compara de terreno	U	80	10	800			800				
Construcción de guardianía		64	100	6400	20	320	6720	320,00	320,00	320,00	320,00
Instalación de agua	m2	1	60	60	20	3	63	3,00	3,00	3,00	3,00
Instalación eléctrica	m2	1	180	180	20	9	189	9,00	9,00	9,00	9,00
Letreros de difusión publica	U	4	40	160	5	32	192	32,00	32,00	32,00	32,00
Salario y capacitación.											
Salario de guarda parques	Mes/hombre	24	350	8400			8400	8820,00	9240,00	9660,00	10080,00
Seguro de vida	Anual	2	30,1	60,2			60,2	63,21	66,22	69,23	72,24
Gastos de capacitación	Curso	3	750	2250			2550	2677,50	2805,00	2932,50	3060,00
Gastos de mantenimiento											
Pago de luz	Mes	12	20	240			240	252,00	264,00	276,00	288,00
Combustible	Galones	730	1	730			730	766,50	803,00	839,50	876,00
Motos	U	4	100	400			400	420,00	440,00	460,00	480,00
Total							28485,20	15302,06	15953,92	16605,78	17257,64

4. Manejo de potreros establecidos

Objetivo general:

Contribuir a la recuperación del potencial hidrológico de la zona de importancia para la prestación de servicio ambiental hidrológico en la microcuenca abastecedora a través del manejo de los terrenos cuyo uso predominante es el pastizal.

Objetivo específico:

- Incorporar árboles apropiados en pastizales establecidos y de baja productividad.

Resultados esperados:

Mediante incorporación de árboles forestales y forrajeros entre los pastizales se logra el incremento de la biomasa. Se mejora el potencial hidrológico de la microcuenca y se mejora la producción de leche y carne por unidad de superficie.

Procedimiento básico para la implementación:

a. Incentivar a los involucrados sobre la necesidad de implementar una práctica silvopastoril.

b. Apoyo en la selección de las especies que el campesino desea plantar en sus potreros; se sugiere priorizar especies de uso múltiple. En lo posible, recuperar los condensadores naturales, es decir, árboles grandes cuya superficie de hoja sea amplia.

c. Plantación de las especies seleccionadas. El diseño de la plantación no necesariamente tiene que ser en bloque. Pueden ser en linderos, para cerrar cuarteles, para cortinas rompevientos y barreras de protección contra las heladas.

d. Mejorar los pastos mediante la siembra de nuevas gramíneas, soportan las sequías y heladas, pisoteo de los animales y se desarrolla satisfactoriamente.

e. Realizar abonamiento, para lo cual se recomienda recolectar el estiércol seco de ganado y esparcirlo por todo el potrero.

f. En los potreros donde se ha realizado la plantación, para garantizar el prendimiento, desarrollo y sobre vivencia, es imprescindible invertir recursos para cercarlos en bloque o individualmente con alambre o empalizada.

g. División de potreros en cuarteles y construcción de abrevaderos para reducir la compactación del suelo y formación de terracetas. Esta medida se deberá considerar en una segunda fase luego de los cinco años iniciales.

Materiales y equipos:

Barretas, azadón, palas, estacas, machete, nivel en A, alambre, plántulas, etc.

Mantenimiento básico:

a. De acuerdo al crecimiento de los árboles plantados se deben realizar los debidos tratamientos silviculturales, coronamientos y podas. Por lo general las podas deben iniciarse a los 2-3 años de plantación.

b. Cuando se ha plantado a densidades elevadas se pueden practicar raleos periódicos cada 2-3 años, iniciando en el segundo año de plantación. Los árboles que quedan deben ser podados. Finalmente quedarán 100 a 300 árboles por hectárea, aunque esto depende principalmente de la especie.

c. En algunos potreros el campesino deja por tradición, algunos árboles aislados, estos deben ser cuidados, y en lo posible completar plantando en los lugares más abiertos.

Presupuesto

Las actividades, requerimientos y costos para establecer una hectárea de plantación silvopastoril en los potreros de la microcuenca abastecedora se indican en tabla siguiente.

Costos de producción para el establecimiento de una hectárea de plantación silvopastoril en la vegetación de pastizal de la ZIH

Detalle	**Unidad**	**Cantidad**	**Precio($)**	**Costos Total($)**
Promoción				
Reuniones	convocatorias	2	20	20
Capacitación	Curso	2	50	100
Preparación del terreno				
Chapeo o limpia	Jornal	2	7	14
Trazado o marcación	Jornal	1	7	7
Plazuelo	Jornal	2	7	14
Hoyado	Jornal	5	7	35
Plantación				
Plántulas	Plántulas	400	0,25	100
Transporte	Carrera	1	20	20
Distribución de plantas	Jornal	0.30	7	2,10
Plantación	Jornal	3	7	21
Replantación	%	40	0,25	10
Protección				
Cercamiento individual	Jornal	5	7	35
Material de protección	Estacas	2400	0,01	24
Mantenimiento				
Asistencia técnica	Ocupación anual (%)	0,01	3600	36
Total				452.2
Imprevistos	%(1-5)	5		22,61
Total año 1				474.81
Reuniones	convocatorias	2	50	100
Mantenimiento	Ocupación anual (%)	0.05	3600	36
Total				136
Imprevistos	%(1 5%)	5		6,8
Total año 2				142,8
Reuniones	convocatorias	2	50	100
Mantenimiento	Ocupación anual (%)	0.01	3600	36
Total				136
Imprevistos	% (1 5)	5		6.8
Total año3				142,8

En el primer año también se consideran los costos de, al menos, cuatro reuniones de promoción y capacitación sobre en el tema con los involucrados. Para esta actividad se ha presupuestado un total de $ 140 al año. A partir del segundo año, el número de reuniones comunales se reduce a dos y su costo estimado es de $ 100, y los costos para este y los siguientes años se reducen a $474,81/ha.

5. Costos totales de protección mantenimiento y restauración en la Zona de Importancia Hídrica (ZIH).

En el cuadro siguiente se estiman los costos de mantenimiento y recuperación de la Zona de Importancia Hídrica para un periodo de 5 años, para lo cual se han desarrollado actividades para la protección, mantenimiento y restauración en la ZIH, las actividades que se toman en cuenta son: mantenimiento y protección del área de bosque y matorral; Vigilancia; Manejo de potreros establecidos (restauración) y cerramiento de las fuentes de agua.

Costos de mantenimiento y restauración de la ZIH.

Actividad	Costos/año ($)					Costo total ($)	%
	1	2	3	4	5		
Mantenimiento y protección del área de bosque y matorral	1591,85	406,35	406,35	406,35	406,35	3217,25	4,00
Vigilancia	28485,20					28485,2	38,00
Manejo de potreros establecidos (recuperación)	7824,87	7596,96	7596,96	7596,96	7596,96	38212,71	52,00
Cerramiento de fuentes de agua (medida complementaria)	3683,9	132,285	132,285	132,285	132,285	4213,04	6,00
Total	41585,82	8135,595	8135,595	8135,595	8135,595	74128,2	
%	56,00	11,00	11,00	11,00	11,00	100	
Costo de Protección por ha de la ZIH	52,78	10,32	10,32	10,32	10,32	94,09	

Elaborado: Piñeda 2005.

RESULTADOS DE LA VALORACIÓN CONTINGENTE.

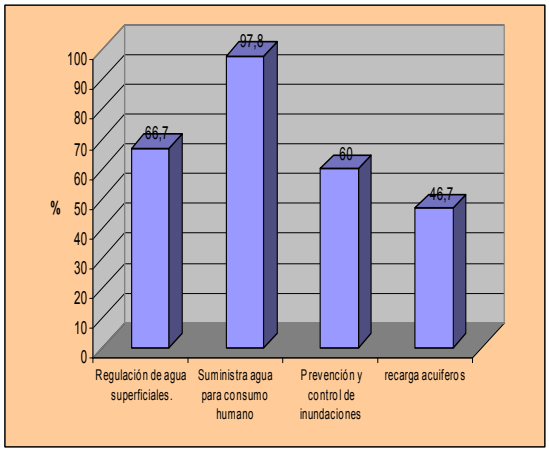

Figura 9. Percepción de los beneficios ambiéntales que brinda la cubierta vegetal del Bosque a la población de Aguilán.

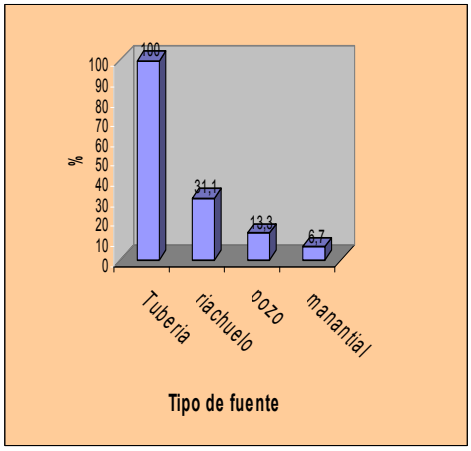

Figura 10. Fuente de abastecimiento de los pobladores de la microcuenca Aguilán

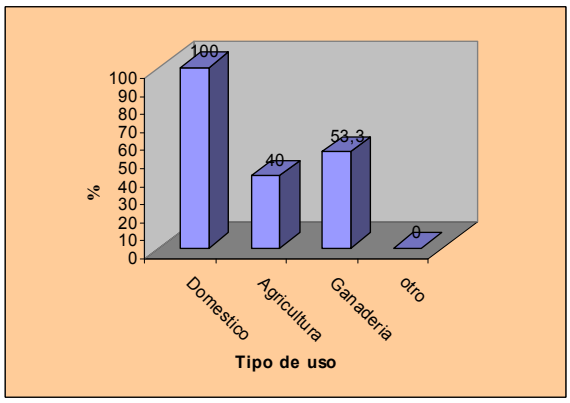

Figura 11. Usos del agua por parte de los pobladores de la Microcuenca Aguilán

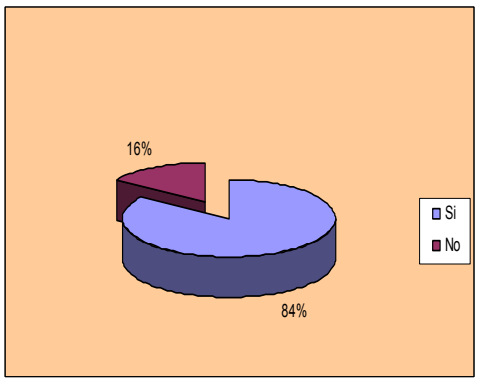

Figura 12. Conocimiento de la población acerca de la escasez del agua por pérdida de la cubierta vegetal

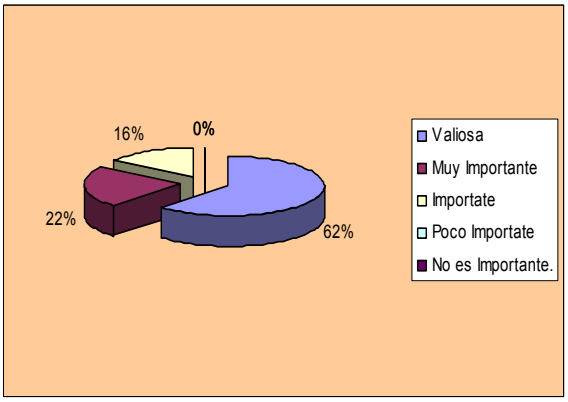

Figura 13. Importancia para los pobladores del recurso agua

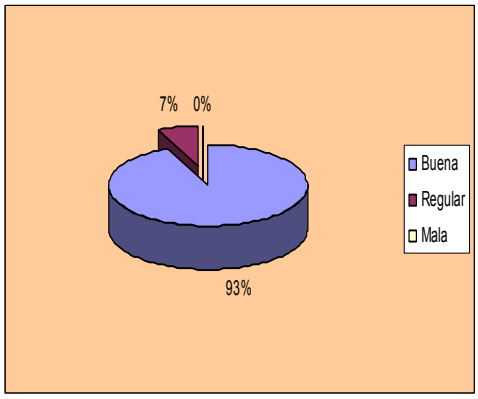

Figura 14. Percepción de la calidad de agua de la población de Aguilán

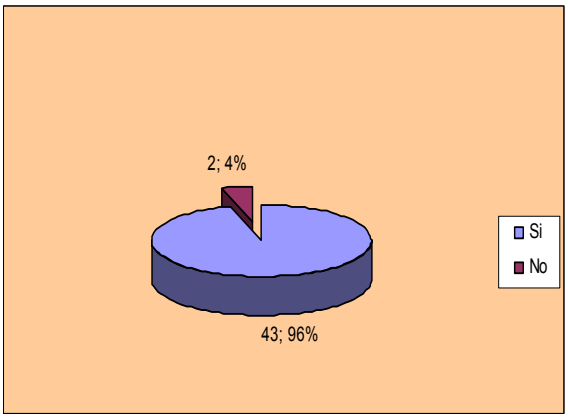

Figura 15. Disposición de ayudar económicamente a la conservación del Bosque Protector Cubilán

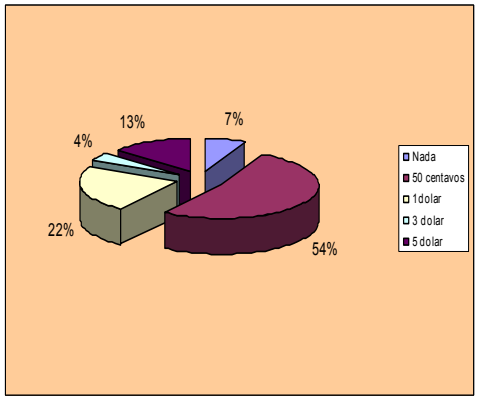

Figura 16. Disposición de pago mensual por parte de la muestra de pobladores de la microcuenca Aguilán

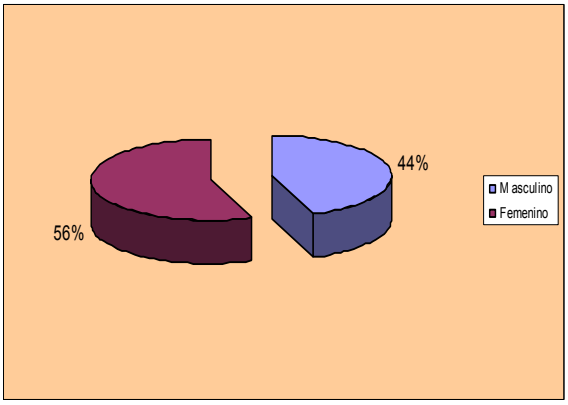

Figura 17. Sexo de la muestra de los pobladores de la Microcuenca Aguilán

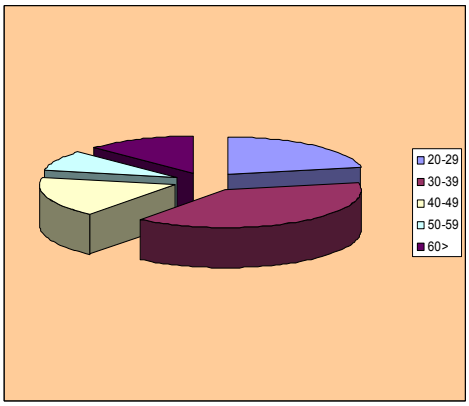

Figura 18. Rango de edades de la muestra

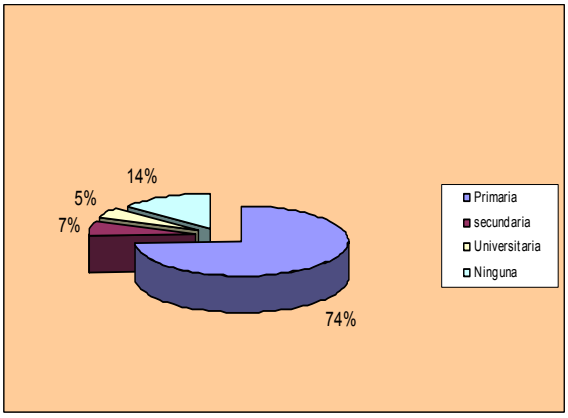

Figura 19. Educación de los pobladores de la Microcuenca Aguilán.

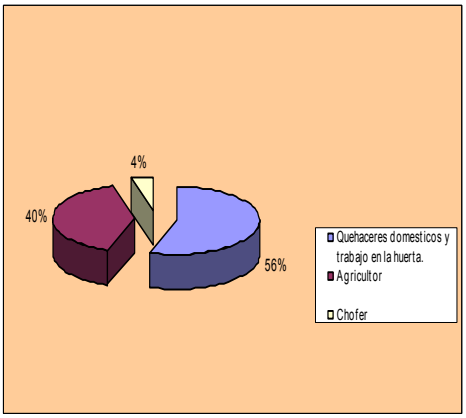

Figura 20. Ocupación Porcentual de la Comunidad Aguilán.

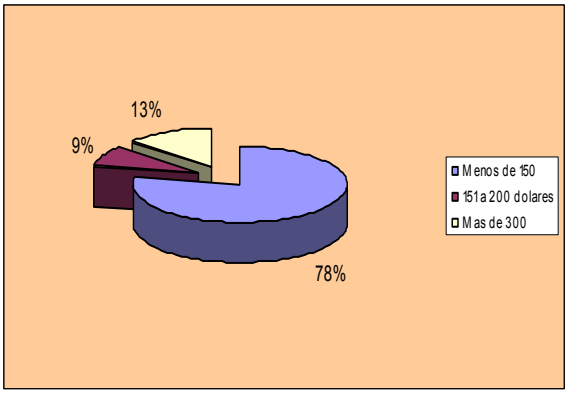

Figura 21. Ingresos de los pobladores de la Microcuenca Aguilán