

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

ESCUELA DE INGENIERÍA RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS BIÓTICAS Y ABIÓTICAS
DE LA MICROCUENCA DEL RÍO GUASMAL, CON ÉNFASIS EN LA
CALIDAD Y CANTIDAD DEL RECURSO HÍDRICO
PARA DETERMINAR LOS NIVELES DE APROVECHAMIENTO”**

**Tesis previa a la obtención del Título de
Ingeniero en Recurso Naturales Renovables**

AUTOR

Jeaneth Meneses

DIRECTOR:

Ing. Guillermo Beltrán

Ibarra – Ecuador
2007

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS BIÓTICAS Y ABIÓTICAS
DE LA MICROCUENCA DEL RÍO GUASMAL, CON ÉNFASIS EN LA
CALIDAD Y CANTIDAD DEL RECURSO HÍDRICO
PARA DETERMINAR LOS NIVELES DE APROVECHAMIENTO”**

Tesis revisada por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como
requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERO en RECURSOS NATURALES RENOVABLES

APROBADA:

Ing. Guillermo Beltrán
Director

.....

Biólogo. Galo Pabón
Asesor

.....

Dr. Nelson Gallo
Asesor

.....

Dr. Marcelo Dávalos
Asesor

.....

Ibarra – Ecuador
2007

DEDICATORIA

Esta investigación está dedicada para mis padres que con esfuerzo y sacrificio lograron que salga adelante en mi formación profesional, a mi hermano por brindarme su apoyo, y a las personas más importantes de mi vida a mi hija Autrey y a mi esposo que son la razón de mi esfuerzo y dedicación.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios por ayudarme y guiarme

siempre en mi vida, a mis padres por brindarme su apoyo incondicional en cada momento. A mi esposo por su comprensión, apoyo y amor, y a todas las personas que me brindaron su ayuda.

Quiero expresar mi gratitud al Ing. Guillermo Beltrán, Director de tesis, a mis asesores Dr. Marcelo Dávalos, al Doctor Nelson Gallo y al Blgo. Galo Pabón, quienes me brindaron información y sugerencias para el desarrollo de la presente investigación, a la Universidad Técnica del Norte y a todos los docentes que contribuyeron a mi formación académica y profesional.

CONTENIDO

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1PROBLEMA.....	1

1.2 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3 OBJETIVOS.....	5
1.4 PREGUNTAS DIRECTRICES.....	5

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
2.1 CUENCA HIDROGRÁFICA.....	6
2.1. 1 Recurso agua.....	6
2.1.2 Factores que determinan la producción de agua en una cuenca.....	7
2.1.3 Usos de agua.....	7
2.2. CALIDAD DEL AGUA.....	8
2.2.1 Índice de Calidad del Agua.....	8
2.2.1.1 Formas de evaluación de la calidad físico-químico y microbiológica.....	8
2.2.1.2. Análisis físico- químico.....	9
2.3 CONTAMINACIÓN DEL AGUA.....	10
2.4 MICROBIOLOGÍA DEL AGUA.....	10
2.5 CONTROL BIOLÓGICO DE LA CONTAMINACIÓN DE AGUAS.....	10
2.6 Macroinvertebrados acuáticos.....	10
2.6.2 Grupos de bioindicadores.....	11
2.6.2.1 Clase 1.....	11
2.6.2.2 Clase 2.....	11
2.6.2.3 Clase	11
2.7 IMPACTO AMBIENTAL.....	15
2.7.1 Evaluación de impacto ambiental.....	15
2.7.1.2. Factor ambiental o componente ambiental.....	15
2.7.1.3 Matriz de Leopold.....	16
2.7.1.4 Método Battelle Columbus.....	18
2.8 CUENCA VISUAL	19
2.8.1 Paisaje.....	20
2.8.2 Carácter visual.....	20
2.8.3 Área vista.....	20

2.8.4 Agregación de cuencas visuales.....	21
2.8.5 Compatibilidad visual.....	21
2.8.6 Impacto visual.....	21

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
3.1 Materiales y Equipos.....	22
3.2 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	23
3.3 INVENTARIO DE LAS FUENTES DE AGUA.....	23
3.3.1 Medición de caudales.....	24
3.3.1.1 <i>Procedimiento</i>	24
3.3.2 Análisis geométrico de la microcuenca.....	25
3.3.2.1 <i>Parámetros morfológicos</i>	25
3.3.3 Inventario florístico	26
3.3.3.1 <i>Componentes de la Diversidad</i>	26
3.4 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICO.....	28
3.4.1 Plan de Muestreo	28
3.4.1.1 <i>Puntos para la toma de muestras</i>	28
3.4.1.2 <i>Seguimiento del plan de muestreo</i>	29
3.4.2 Parámetros de calidad para consumo humano.....	31
3.4.3 Criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego.....	33
3.4.4 Criterios de calidad para aguas de uso pecuario.....	33
3.4.5 Análisis Físico- Químico.....	34
3.4.5.1 <i>Parámetros Analizados</i>	34
3.4.6 Métodos de Análisis.....	35
3.4.7 Monitoreo con macroinvertebrados.....	36
3.4.5.1 <i>Metodología para el muestreo</i>	37
3.5 ANÁLISIS COMPARATIVO Y ZONIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA.....	38
3.5.1 Análisis comparativo de las fuentes de agua de la microcuenca del río	

Guasmal.....	38
3.5.1.1 <i>Análisis estadístico</i>	38
3.5.2 Zonificación de la calidad del agua.....	39
3.5.3 Evaluación del impacto ambiental.....	39
3.5.3.1 <i>Matriz de Leopold</i>	39
3.5.3.2 <i>Método Battelle Columbus</i>	40
3.5.4 Cuenca visual.....	41
3.5.4.1 <i>Factores esenciales</i>	43
3.5.4.2 <i>Inventario y cartografía del paisaje</i>	42
3.5.4.3 <i>Inventario y evaluación de la calidad escénica, criterios de ordenación y puntuación</i>	43
3.6 USOS ACTUALES Y POTENCIALES DEL RECURSO HÍDRICO DE LA MICROCUENCA.....	44
3.7. DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE APROVECHAMIENTO	44
3.7.1 Consumo Humano.....	44
3.7.2 Agricultura.....	44
3.7.1 Pecuario.....	45
3.8 ALTERNATIVAS SOSTENIBLES DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO.....	45

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	46
4.1. UBICACIÓN DE LA MICROCUENCA.....	46
4.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES DE LA MICROCUENCA.....	48
4.2.1 Componentes Abióticos.....	48
4.2.1.1 <i>Clima</i>	48
4.2.1.2 <i>Geología</i>	48
4.2.1.2 <i>Suelos</i>	49
4.2.1.3 <i>Recursos hídricos</i>	49
4.2.2 Componentes Bióticos.....	50

4.2.2.1 Flora.....	50
4.2.2.2 Ecología.....	51
4.2.2.3 Fauna.	51
4.3 INVENTARIO DE LAS FUENTES DE AGUA.....	51
4.3.1 Determinación cuantitativa del recurso hídrico.....	52
4.3.1.1 Inventario de fuentes hídricas	52
4.3.1.2 Identificación de periodos seco y lluvioso.....	55
4.3.1.3 Medición de caudales.....	56
4.3.1.4 Cálculo de la velocidad	57
4.3.1.5 Calculo del área mojada.....	61
4.3.1.6 Variación del caudal aproximado mensual en cada fuente (l/s).....	62
4.3.2. 2 Análisis geométrico de la microcuena.....	74
4.2.1.1 Parámetros Morfológicos de la microcuena.....	74
4.3.3. Inventario florístico.....	77
4.3.3.1 Componentes de la Diversidad.....	77
4.3.2.2 Resultados del cálculo bioestadística.....	81
4.4 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICAS DEL RECURSO HÍDRICO.....	82
4.3.2 Establecimiento de las unidades de muestreo para análisis físico-químico y microbiológico.....	82
4.4.2. Evaluación de parámetros de calidad del agua.....	82
4.4.7 Evaluación de la calidad del agua con el uso de macroinvertebrados.....	89
4.4.7.1 Metodología para el muestreo.....	89
4.4.7.2 Cálculo del índice Ept y BMWPA.....	92
4.5 ANÁLISIS COMPARATIVO Y ZONIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA.....	94
4.5.1 Análisis comparativo de las fuentes de aguas de la microcuena del río Guasmal.....	94
4.5.1.1 Análisis estadístico.....	95
4.5.2 Zonificación de la calidad del agua.....	100
4.5.2.1 Zona A.....	100
4.5.2.2 Zona B.....	101

4.5.2.3 Zona C.....	101
4.5.3 Evaluación de impactos ambientales.....	103
4.5.3.1 Método Cuantitativo (Battelle-Columbus)	103
4.5.3.2 Método de Leopold.....	107
4.5.4 Cuenca visual.....	117
4.5.4.1 Estudio del paisaje.....	117
4.5.4.2 Caracterización visual del paisaje.....	118
4.6 USOS ACTUALES Y POTENCIALES DEL RECURSO HÍDRICO DE LA MICROCUEENCA.....	132
4.6.1 Consumo humano.....	132
4.6.2 Agricultura.....	132
4.6.3 Ganadería.....	132
4.6.4.Industria.....	133
4.7 DETERMINACIÓN DE NIVELES DE APROVECHAMIENTO.....	133
4.7.1 Nivel Consumo Humano.....	133
4.7.2 Nivel Agricultura.....	134
4.7.3 Nivel Pecuario.....	134
4.7.4 Nivel Industria.....	134
4.8 ALTERNATIVAS SOSTENIBLES DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO.....	134
4.8.1 Análisis FODA (Fortalezas, oportunidades, debilidades, amenazas).....	135
4.8.1.1 Fortalezas.....	135
4.8.1.2 Debilidades	135
4.8.1.3 Oportunidades	135
4.8.1.4 Amenazas	135
4.8.2 Esquema de problemas que se producen la microcuenca del río Guasmal.....	136
4.8.2.2 Problema N° 1 : Poco aprovechamiento de los recursos naturales	136
4.8.2.3 Problema N° 2 : Poco aprovechamiento de los recursos naturales	137
4.8.2.4 Problema N° 4. La problemática social y económica	139
4.8.2.5 Problema N° 5. Falta de un Plan de Manejo.....	140
5. 8.3 Plan de manejo de la microcuenca del río Guasmal.....	140

4.8.3.1 <i>Marco legal de referencia</i>	140
4.8.4 Directrices del plan.....	151
4.8.4.1 <i>Objetivo general</i>	151
4.8.4.2 <i>Objetivos específicos</i>	151
4.8.5 Políticas para el manejo de la microcuenca del río Guasmal.....	151
4.8.6 Duración del Plan de Manejo.....	152
4.8.7 Programas de manejo.....	152
4.8.7.1 Aspectos físicos.....	150
4.8.2.2 <i>Aspectos bióticos</i>	156
4.8.2.3 <i>Aspectos sociales</i>	157
4.8.3 Análisis financiero para la ejecución del plan.....	162
4.8.3.1 <i>Plan Operativo Anual (POA)</i>	162
4.8.4 Lineamientos de manejo del recurso hídrico.....	177
4.8.4.1 <i>Recurso Hídrico</i>	177
4.8.4.2 Factores que contribuyen al deterioro del recurso.....	178
4.8.4.3 <i>Alternativas para manejo y de uso eficiente del recurso</i>	180

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES.....	181
----------------------	-----

CAPÍTULO VI

6. RECOMENDACIONES.....	185
-------------------------	-----

CAPÍTULO VII

7. RESUMEN.....	171
-----------------	-----

CAPÍTULO VIII

7. SUMMARY.....	189
-----------------	-----

CAPÍTULO IX

8. BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	191
-----------------------------	-----

CAPÍTULO X

10. ANEXOS.....	193
-----------------	-----

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1. Parámetros de análisis Físico-químico	9
Cuadro 2.2 .Bioindicadores de la calidad del agua.....	13
Cuadro 3.1. Parámetros morfológicos.....	25
Cuadro 3.2 Rango del tipo de relieve.....	26
Cuadro 3.3. Criterios de calidad del agua para consumo humano y uso doméstico.....	32
Cuadro 3.4. Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola.....	33
Cuadro 3.5.Criterios de calidad para aguas de uso pecuario	34
Cuadro 3.6. Parámetros y métodos de análisis del agua.....	36
Cuadro 4.1.Inventario de las fuentes de agua de la microcuenca del río Guasmal.....	53
Cuadro 4.2. Identificación del mes seco.....	56
Cuadro 4.3.Velocidad del flujo laminar de las fuentes de cada mes.....	60
Cuadro 4.4. Parámetros morfológicos de la microcuenca.....	75
Cuadro 4.8 .Estaciones de muestreo.....	82
Cuadro 4.9. Cuadro resumen del análisis físico-químico y microbiológico de las vertientes de la microcuenca del río Guasmal.....	84
Cuadro 4.10. Tipos de agua destinadas para consumo humano.....	85
Cuadro.4.11.Resultados de la clasificación.....	87
Cuadro 4.12. Prueba de T pareada para época seca.....	94
Cuadro 4. 13. Prueba de T pareada para época lluviosa.....	96
Cuadro 4.14. Prueba de T pareada para época lluviosa	98
Cuadro 4.15 Impactos ambientales.....	105
Cuadro 4.16 Impactos ambientales.....	107

Cuadro 4.18 .Matriz de identificación y valoración de impactos ambientales en la microcuenca del río Guasmal.....	110
Cuadro 4.19 Elementos del paisaje de la microcuenca del río Guasmal.....	119
Cuadro 4.20. Impactos visuales potenciales producidos por la actividad antrópica.....	127
Cuadro 4.21. Medidas correctivas de los principales problemas visuales.....	128
Cuadro 4.22 Síntesis de los programas del plan de manejo.....	159
Cuadro 4.23 Plan operativo de programas y subprogramas del plan de manejo.	163

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Fig. 3.1. Microcuenca del río Guasmal.....	23
Fig.4.1. Bosque natural y pastos plantados.....	50
Fig. 4.2. Quebrada Solferino.....	51
Fig.4.3 Estación meteorológica “El Ángel”. Período 1963-1990.....	55
Fig.4.4. Variación de caudal mensual del Río Guasmal.....	62
Fig.4.6 Variación de caudal mensual en la Quebrada Pioter.....	63
Fig.4.7 Variación de caudal mensual en el Río Huaca (Parte final).....	63
Fig.4.8.Variación de caudal mensual en la Quebrada Tenguetan.....	64
Fig.4.9.Variación de caudal aproximado mensual .Quebrada Sto. Tomás.....	64
Fig.4.10 Variación de caudal aproximado mensual en la Quebrada Amarillo.....	65
Fig. 4.11 Variación de caudal aproximado mensual en la Quebrada San José.....	65
Fig.4.13Variación de caudal aproximado mensual.Unión Qs.Amarillo y San José.....	66
Fig.4.14 Variación de caudal aproximado mensual en el Río Huaca (inicio).....	67
Fig.4.15 Variación de caudal aproximado mensual del Río Obispo (Parte Media).....	68
Fig.4.16 Variación de caudal aproximado mensual en la Unión de Q.Mirador y Guanaguicho N.....	68
Fig. 4.17 Variación de caudal aproximado mensual en la Quebrada Mirador.....	69
Fig.4.18. Variación de caudal aproximado mensual en la Quebrada Guananguicho Norte.....	70
Fig. 4.19. Variación de caudal aproximado mensual en la Quebrada sin nombre (1).....	70
Fig.4.20. Variación de caudal aproximado mensual en la Quebrada Sin nombre (2).....	71
Fig. 4.21. Variación de caudal aproximado mensual en la Quebrada sin nombre (3).....	71

Fig. 4.22. Variación de caudal aproximado mensual en la Quebrada Guananguicho	72
Fig. 4.23. Variación de caudal aproximado mensual en la Quebrada sin nombre (4).....	72
Fig. 4.24. Variación de caudal aproximado mensual en la Quebrada sin nombre (5).....	73
Fig.4.25. Variación de caudal aproximado mensual en la Quebrada Solferino.....	73
Fig.4.26. Caudal de las vertientes de la microcuenca del río.....	73
Fig.4.27. Bosque natural.....	77
Fig.4.28. Melastomatáceae.....	78
Fig.4.29 .Weinmmania auriculifera.....	78
Fig.4.30. <i>Oreopanax mucronulatus</i> Harás.....	79
Fig.4.31. Diagramas de normatividad.....	86
Fig.4.32 Análisis cualitativo de la calidad del agua haciendo uso de macroinvertebrados.....	100
Fig.4.34 Diagramas de calificación del Método Batelle- Columbus.....	104
Fig.4.35 Evaluación matricial.....	112
Fig.4.34. Cuenca visual (Parte alta)	129
Fig.4.35. Cuenca visual (Parte media).....	130
Fig. 4.36. Cuenca visual (Parte baja).....	130

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa de ubicación de la microcuenca del río Guasmal.....	47
Mapa base de la microcuenca.....	54
Puntos de aforo de la microcuenca del río Guasmal.....	59
Transectos.....	80
Mapa de las estaciones de análisis físico-químico.....	88
Estaciones de muestreo macroinvertebrados.....	91
Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera.....	102
Mapa de ubicación de cuenca visual.....	131
Mapa de contaminación.....	13
Vegetación.....	258
Pendientes.....	259
Geológico.....	260
Geomorfológico.....	261

