



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Ambiental”

TRABAJO DE GRADUACIÓN

TÍTULO DE INVESTIGACIÓN:

**PLAN DE MANEJO DE LA INTERCUENCA ZONA MEDIA DEL RÍO AMBATO,
NIVEL 7-CÓDIGO PFASTETTER: 4996927, UBICADA EN EL CANTÓN
AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA**

AUTOR:

Wilmer Javier Tingo Cali.

DIRECTOR:

Ing. Patricio Santillán

Riobamba – Ecuador

2016

CERTIFICACIÓN

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: PLAN DE MANEJO DE LA INTERCUENCA ZONA MEDIA DEL RÍO AMBATO, NIVEL 7-CÓDIGO PFASTETTER: 4996927, UBICADA EN EL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA presentado por: Wilmer Javier Tingo Cali y dirigida por: Ing. Patricio Santillán.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Patricia Andrade
Presidente del Tribunal




Firma

Ing. Patricio Santillán
Director del Proyecto



Firma

Ing. Benito Mendoza
Miembro del Tribunal



Firma

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: Wilmer Javier Tingo e Ing. Patricio Santillán; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo”.



Wilmer Javier Tingo Cali

0604351189

AGRADECIMIENTO.

Agradezco por esta Tesis a Dios a mis Padres, mi Esposa e Hija, queridos Docentes y colaboradores.

A Dios por ser la fuerza motivadora y protectora en los momentos más difíciles.

A mis Padres porque ellos con su trabajo, esfuerzo, sacrificio y buenos consejos que día a día me impulsaban para culminar mis estudios.

A mi Esposa e Hija quienes con su amor y comprensión en esta última etapa de mi carrera profesional me han apoyado.

A mis queridos maestros los señores Ingenieros: Patricia Andrade, Patricio Santillán y Benito Mendoza quienes con su profesionalismo, apoyo y amistad me han permitido alcanzar mi meta final.

Finalmente como no reconocer el apoyo brindado por parte de la Ing. Nelly Altamirano, quien con su valiosa ayuda hizo más fácil este difícil y sacrificado camino que hoy se cumple. A todos mil Gracias

JAVIER

DEDICATORIA

A mis padres Anita y Vicente por ser quienes me dieron la vida, dieron su amor consejo y comprensión, aunque pasamos duros momentos, jamás me abandonaron cuando yo más necesitaba su apoyo y sabios consejos.

A mi esposa e hija: Marisol y Dayanita, por ser mi mayor alegría y bendición que día tras día me impulsan para salir en adelante por ella y por nuestra hermosa familia.

A mis familiares que con su apoyo y buenos consejos me han ayudado a terminar con éxito esta etapa de mi vida.

¡Gracias a Ustedes!

ÍNDICE GENERAL.

CONTENIDO	PÁGINA
PORTADA	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA.....	v
RESUMEN.....	xviii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del Problema.....	1
1.2. Objetivos del Proyecto.....	2
1.2.1. Objetivo General.....	2
1.2.2. Objetivos Específicos.....	2
1.3. Justificación.....	2
2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	4
2.1 Marco Teórico.....	4
2.1.1 Cuenca Hidrográfica.....	4
2.1.2 Codificación de una Cuenca Hidrográfica (Pfafstetter).....	4
2.1.3 Características de una Cuenca Hidrográfica.....	5
2.1.4 Elementos de una Cuenca Hidrográfica.....	6
2.1.5 Funciones de las Cuencas.....	7
2.1.6 Servicios ecosistémicos de una cuenca.....	7

2.1.7	Clasificación de los distintos tipos de Cuencas.....	8
2.1.8	Caracterización de una Cuenca.....	11
2.1.9	Línea base de una Cuenca.....	22
2.1.10	Evaluación de Impactos Ambientales.....	24
2.1.11	Manejo de Cuencas.....	29
2.1.12	Plan de Manejo de una Cuenca.....	30
2.1.13	Características Físicas-Químicas y Bacteriología del Agua-Parámetros del ICA	39
2.1.14	Índice de calidad de aguas Andean Biotic Index-Abi.....	59
2.1.15	Índice biológico BMWP de Colombia.....	61
2.1.16	Índice biológico ETP.....	63
2.1.17	Tecnologías de información utilizadas.....	64
2.1.18	Regiones naturales presentes en el área.....	65
2.2	Marco Legal.....	69
2.2.1	Legislación Transversal.....	70
2.2.2	Legislación Sectorial: Calidad Ambiental.....	75
2.2.3	Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios.....	79
2.2.4	Legislación Sectorial de los Recursos Naturales.....	82
2.2.5	Legislación Sectorial: Biodiversidad.....	85
3	METODOLOGÍA.....	87
3.1	Tipo de Estudio.....	87

3.1.1	Diseño de la Investigación.....	87
3.1.2	Investigación Documental.	87
3.1.3	Investigación de campo o in situ	87
3.1.4	Investigación de laboratorio	88
3.2	Métodos.	88
3.2.1	Método descriptivo.	88
3.2.2	Método histórico.....	88
3.2.3	Método deductivo.	88
3.3	Técnicas	88
3.3.1	Técnica de observación.	89
3.3.2	La entrevista.	89
3.3.3	Técnica de análisis.....	89
3.3.4	Población y Muestra.	89
3.4	Operacionalización de Variables.	90
3.4.1	Identificación de variables.....	90
3.5	Metodológica de la investigación.	91
3.5.1	Etapas Metodológicas de la Investigación.....	91
3.5.1.5	Formulación del Plan de Manejo.	96
4	RESULTADOS.	98
4.1	Línea Base	98
4.1.1	Ubicación Geográfica y División Político Administrativa.....	98

4.1.2	Zona de Influencia Directa (ZID) e Indirecta (ZII)	98
4.1.3	Medio Físico	102
4.1.4	Medio Biótico	117
4.1.5	Hidrología.....	120
4.1.6	Medio Socio Económico.	132
4.2	Análisis FODA	145
4.3	Evaluación de Impactos.....	147
4.3.1	Identificación de Impactos Ambientales	147
4.3.2	Matrices de evaluación de impactos	148
4.3.3	Resumen de la evaluación de impactos	154
4.4	PLAN DE MANEJO DE LA INTERCUENCA ZONA MEDIA DEL RÍO AMBATO, NIVEL 7-CÓDIGO PFASTETTER: 4996927.	156
4.4.1	Objetivos.....	156
4.4.2	Alcance	156
4.4.3	Ámbito Geográfico	156
4.4.4	Estructura del Plan de Manejo.....	157
4.4.5	PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS	158
4.4.6	PLAN DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL.....	166
4.4.7	PLAN DE RESTAURACIÓN.....	169
4.4.8	PLAN DE DESARROLLO COMUNITARIO.....	173
4.4.9	PLAN DE SEGUIMIENTO	177
5	DISCUSIÓN.....	179

6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	182
6.1	Conclusiones.....	182
6.2	Recomendaciones.....	183
7	BIBLIOGRAFÍA.....	185
8	APÉNDICES O ANEXOS.....	191
8.1	DOCUMENTACIÓN.....	191
8.2	HOJAS TÉCNICAS.....	195
8.2.1	Ficha del Plan de Manejo Ambiental.....	202
8.3	REGISTRO FOTOGRÁFICO.....	203
8.3.1	Registó fotográfico: Trabajo de campo.....	204
8.3.2	Registro fotográfico: Muestreo.....	211
8.3.3	Registro fotográfico: Trabajo de Laboratorio.....	216
8.3.4	Registro fotográfico: flora y fauna de la zona.....	219
8.3.5	Análisis de calidad de agua fisicoquímicos y microbiológicos-ICA de Montoya.....	233
8.3.6	Análisis de calidad de agua biológicos-ABI.....	244
8.3.7	Análisis de calidad de agua biológicos-BMWP.....	250
8.3.8	Análisis de calidad de agua biológicos-ETP.....	256
8.3.9	Mapas.....	261

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Diferentes tamaños de una Cuenca. (Delgadillo, 2005).....	13
Tabla 2-2. Factor de Forma según Horton. (Delgadillo 2005)	14
Tabla 2-3. Características de la cuenca de acuerdo con los valores Kc. (Delgadillo, 2005).....	15
Tabla 2-4. Tendencia de concentración de aguas de escurrimiento. (Delgadillo, 2005)	16
Tabla 2-5 Tabla de clasificación de la pendiente. (Romero. R, 2005)	18
Tabla 2-6 Calificación de impactos ambientales	27
Tabla 2-7 Escala y severidad de impactos	28
Tabla 2-8. Principales Índices de Calidad de Agua. PNUMA	32
Tabla 2-9. ICA ventajas y limitaciones. (Torres et al, 2009)	34
Tabla 2-10. Fórmulas de agregación para el cálculo de índices de calidad de agua a partir de subíndices. (Van Helmond y Breukel, 1997).....	36
Tabla 2-11. Cálculo del índice de calidad. (Montoya, 2009)	38
Tabla 2-12. Criterios generales del ICA de Montoya. (Bazán Nickish, 2009).....	39
Tabla 2-13. Requerimientos Nutricionales de los Microorganismos. (Romero. J, 2009)	48
Tabla 2-14. Enfermedades de origen bacterial por consumo de agua contaminada. (Romero. J, 2009).....	49
Tabla 2-15. Enfermedades producidas por protozoos patógenos presentes en agua. (Romero. J, 2009).....	49
Tabla 2-16. Virus asociados con el agua. (Romero. J, 2009).....	50
Tabla 2-17. Rangos de calidad de agua. ABI. Estudio actual del ecosistema páramo en Tungurahua (2015)	60
Tabla 2-18. Puntuación índice biótico ABI. Índice biótico ABI.....	60
Tabla 2-19. Índice de Calidad BMWP: Colombia.	61
Tabla 2-20. Valores índice BMWP/Colombia	62
Tabla 2-21. Índice de calidad ETP	63
Tabla 2-22. Valores índice ETP. (Eco ciencia, 2001)	63
Tabla 2-23. Correspondencia entre pisos bioclimáticos y pisos altitudinales, en relación con el rango altitudinal referencial. (CAN, 2009).....	67
Tabla 2-24. Pisos Altitudinales en el Ecuador. (MAE, 2012)	68
Tabla 2-25. Gestión Ambiental desde el enfoque de los derechos	70

Tabla 2-26. Convenios Internacionales	72
Tabla 2-27. Ley de Gestión Ambiental	74
Tabla 2-28. Código Penal	75
Tabla 2-29. Ley Orgánica de la Salud.	75
Tabla 2-30. Ley Orgánica de Prevención y Control de la Contaminación.....	76
Tabla 2-31. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización.....	77
Tabla 2-32. Reforma Libro VI del TULSMA: AM 061	78
Tabla 2-33. Ordenanzas Provinciales y Cantonales Provincia de Tungurahua y Cantón Ambato.	80
Tabla 2-34. Ley Orgánica de Recursos Hídricos.....	82
Tabla 2-35. Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre.....	84
Tabla 2-36. TULSMA. Libro III	85
Tabla 2-37. Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre.....	85
Tabla 2-38. Ley para la Preservación de Zonas de Reserva de Parques Nacionales.....	86
Tabla 3-1. Identificación de variables. Elaboración propia.....	90
Tabla 3-2. Identificación de variables. Elaboración propia.....	90
Tabla 4-1. Unidades Hidrográficas que conforman la zona de estudio. GAD provincial de Tungurahua	104
Tabla 4-2. Unidades Hidrográficas que aportan aguas arriba a la zona de estudio. GAD provincial de Tungurahua.....	104
Tabla 4-3. Usos de Agua. GAD provincial de Tungurahua	104
Tabla 4-4. Geomorfología cuenca del río Ambato. Datos de la Investigación	106
Tabla 4-5. Geomorfología zona de estudio. Datos de la investigación.	107
Tabla 4-6. Estaciones meteorológicas zona de estudio. GAD provincial de Tungurahua	111
Tabla 4-7. Datos meteorológicos zona de estudio. GAD provincial de Tungurahua...	112
Tabla 4-8. Especies vegetales. Datos de la investigación	118
Tabla 4-9. Especies animales. Datos de la investigación	119
Tabla 4-10. Puntos de muestreo zona de estudio. Datos de la investigación	120
Tabla 4-11. Resultados calidad de agua zona media del río Ambato. Datos de la investigación.....	128
Tabla 4-12. Resultados calidad de agua. Índice ABI. Datos de la investigación	130

Tabla 4-13. Resultados de calidad de agua zona media del río Ambato. Índice BMWP. Datos de la investigación.....	131
Tabla 4-14. Resultados calidad de agua índice ETP. río Ambato zona media. Datos de la investigación.....	132
Tabla 4-15 División de la población por grandes grupos de edad. (INEC, 2010).....	133
Tabla 4-16 Pertenencia étnica. (INEC, 2010).....	134
Tabla 4-17. Poblaciones por parroquia zona de estudio. (INEC, 2010).....	135
Tabla 4-18. PEA zona de estudio. (INEC, 2010)	135
Tabla 4-19. Principales actividades económicas. PDOT parroquiales.....	136
Tabla 4-20 Condición de alfabetismo. (INEC, 2010).....	137
Tabla 4-21. Enfermedades más comunes de la zona de estudio. PDOT parroquiales .	138
Tabla 4-22 Provisión de agua. (INEC, 2010)	138
Tabla 4-23. Descarga de agua servidas zona de estudio. (INEC, 2010).....	141
Tabla 4-24. Actores claves zonas de estudios. (INEC, 2010)	143
Tabla 4-25. Análisis FODA. Datos de la investigación.	145
Tabla 4-26 Afecciones al ambiente zona de estudio. Datos de la investigación	147
Tabla 4-27 Matriz de identificación de impactos ambientales. Datos de la investigación.	149
Tabla 4-28. Matriz de magnitud de impactos ambientales. Datos de la investigación.	151
Tabla 4-29. Matriz de importancia de impactos ambientales. Datos de la investigación.	152
Tabla 4-30. Matriz de severidad de impactos ambientales. Datos de la investigación.	153
Tabla 4-31 Impactos significativos por componente ambiental. Datos de la investigación.....	154

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4-1. Curva Hipsométrica cuenca del río Ambato	107
Gráfico 4-2. Curva Hipsométrica Zona de Estudio	109
Gráfico 4-3. Caudal muestreo 1	127
Gráfico 4-4. Caudal muestreo 2	128
Gráfico 4-5. Población por género	133
Gráfico 4-6. Provisión de agua	139
Gráfico 4-7. Servicio eléctrico	140
Gráfico 4-8. Servicio de telefonía convencional	140
Gráfico 4-9. Eliminación de aguas servidas	141
Gráfico 4-10. Manejo de desechos sólidos	142
Gráfico 4-11. Tipos de vivienda	143
Gráfico 4-12. Impactos negativos por componente ambiental	155

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1. La gestión ambiental desde el enfoque del territorio.	72
Ilustración 3-1. Etapas metodológicas de la investigación.....	91
Ilustración 4-1. Mapa de relación entre actores sociales.	145

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1: Cuenca tipo embudo (Montaguano, 2012)	9
Figura 2-2: Cuenca tipo corredor (Montaguano, 2012).....	9
Figura 2-3. Cuenca tipo canelón (Montaguano, 2012).....	10
Figura 2-4. Relación morfológica de diferentes cuencas y su caudal pico (Delgadillo, 2005).....	14
Figura 2-5. Curva hipsométrica (Strahler, 1964).....	19
Figura 2-6. Área sobre la altura relativa (%). (Strahler, 1964).....	20
Figura 2-7. Orden de los causes de una cuenca hidrográfica (Aguilar, 2007)	22
Figura 2-8. Zonación de un ecosistema acuático lentic. (Medina, 2011).	57
Figura 2-9. Macroinvertebrados presentes en el neuston en un ecosistema acuático. (Medina, 2011).	58
Figura 2-10. Macrobentos presentes del bentos de un ecosistema acuático. (Medina, 2011).....	59

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 4-1. Ubicación de la zona de estudio.....	99
Mapa 4-2. Localización Político Administrativa.....	100
Mapa 4-3. Área de Influencia Directa e Indirecta	101
Mapa 4-4. División Hidrográfica Zona de Estudio	103
Mapa 4-5. Estaciones meteorológicas	110
Mapa 4-6. Pisos Bioclimáticos.	113
Mapa 4-7. Geología zona de estudio	115
Mapa 4-8. Usos de suelo zona de estudio.....	116
Mapa 4-9. Ecosistemas naturales zona de estudio.....	117
Mapa 4-10. Puntos de muestreo	121

RESUMEN

El deterioro de las cuencas hidrográficas es uno de los problemas ambientales de mayor importancia en el contexto mundial, nacional y local, esto como producto de la fuerte presión que ejerce la población en el uso de los recursos naturales y el desarrollo de actividades antrópicas. En este contexto las unidades hidrográficas de nuestro país y región no son ajenas a esta realidad, siendo necesario el desarrollo de acciones encaminadas al manejo y conservación de las mismas. Esto motivó a realizar esta investigación teniendo como principal objetivo la formulación del Plan de Manejo de la intercuenca zona media del río Ambato, para proporcionar alternativas de manejo y conservación de los recursos naturales de la cuenca y mitigar los impactos ambientales negativos identificados en la zona de estudio.

El desarrollo de la investigación se realizó mediante el levantamiento de la línea base, para describir los medios físicos, bióticos y socioeconómicos; dando mayor énfasis al análisis de calidad y cantidad del recurso agua para de esta forma aplicar índices de calidad (ICA de Montoya, ETP, ABI, BMWP), los mismos que dan a conocer el estado actual de la unidad hidrográfica.

A partir de la línea base se realizó el análisis FODA para determinar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la zona. Esto permitió evaluar de los principales impactos que la zona de estudio presenta en sus diferentes componentes ambientales: suelo, agua, aire, flora y fauna; además se realizó la matriz modificada de Leopold, para la identificación de impactos ambientales identificando si estos son o no significativos.

El Plan de manejo ambiental resultante de esta investigación es un documento técnico en el cual se propone las acciones que promueven la protección y conservación de la cuenca hidrográfica a corto, mediano y largo plazo.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE IDIOMAS



Master. Hernán Romero

Riobamba, 21 de marzo de 2014.

SUMMARY

The deterioration of water basins is one of the most important environmental issues at the global, national and local context, that as a result of the strong pressure of population in the use of natural resources and the development of human activities. In this context the hydrographic units of our country and region are not from outside to this reality, it is necessary the development of measures to manage and conserve the hydrographic units. With the above this research began with the main objective the development of the Management Plan of interbasin middle of the Ambato river, in order to provide alternative management and conservation of natural resources in the water basin to mitigate negative environmental impacts that were identified in the study area.

During the course of the investigation the baseline survey is carried out, describing in detail the physical, biotic and socio-economic means; giving greater emphasis on the analysis of quality and quantity of water resources for the implementation of various quality indices (ICA Montoya, ETP, ABI, BMWP), these ones get to know the current state of the hydrographic unit.

Once developed baseline proceeded to conduct the FODA analysis that is a study methodology to determine the strengths, weaknesses, opportunities and threats in the area. It proceeded to the assessment of the main impacts of the study area presented in its various environmental components: soil, water, air, flora and fauna; moreover Leopold matrix was used in order to identify environmental impacts identifying whether they are or not significant.

The environmental management plan resulting from this research is a technical document in which the actions that promote the protection and conservation of the watershed in the short, medium and long term aims.

[Handwritten signature]

CENTRO DE IDIOMAS



COORDINACION

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. Planteamiento del Problema.

La actualidad de los recursos hídricos muestra el agotamiento de los mismos y la poca capacidad para regenerarse en el tiempo. Esto es una preocupación a nivel mundial puesto que no se puede garantizar la supervivencia de la población que se sirve de estos recursos.

El deterioro de las cuencas hidrográficas en Ecuador no es diferente a otras regiones del planeta, estas soportan grandes presiones económicas sociales y ecológicas, que al no estar inmersas en algún proceso de manejo integral de recursos naturales ha permitido el desarrollo de problemas ambientales.

La cuenca del río Ambato se ubica en la red de unidades hidrográficas de la provincia de Tungurahua, cantón Ambato. En esta se evidencia el desarrollo de múltiples actividades antrópicas relacionadas principalmente a la agricultura, ganadería y el crecimiento de la población. Además la unidad hidrográfica tiene a una fuerte presión demográfica lo que implica gran demanda de sus recursos hídricos.

Las actividades agrícolas en la zona generan problemas, esto se debe al avance de la frontera agrícola sobre la línea de páramos (3600 m.s.n.m), inadecuadas prácticas agropecuarias como uso de agroquímicos, monocultivos, siembras a favor de la pendiente, explotación intensiva del suelo, producción de desechos pecuarios entre otros.

Además la ganadería por la introducción de especies en zonas protegidas genera sobre pastoreo, quema de pajonales para la renovación de pastos. La presión demográfica ocasiona la tala de bosque nativos, inadecuada disposición de residuos sólidos, descarga de aguas residuales, a esto se suma la falta de optimización en el riego en cultivos, invasiones a las riberas del río Ambato para múltiples actividades; pérdida de biodiversidad nativa.

La unidad hidrográfica no tiene un plan de manejo de cuencas que articule acciones de manejo y conservación de los recursos hídricos. Las comunidades que habitan zona no se

han involucrado en proceso de educación ambiental, lo cual dificulta entender que las unidades hidrográficas son sistemas complejos en el que interactúan elementos vivos y reaccionan ante los estímulos de las personas.

1.2. Objetivos del Proyecto.

1.2.1. Objetivo General.

- Elaborar el Plan de Manejo de la Intercuenca Zona Media del Río Ambato, nivel 7-código Pfaster: 4996927, ubicada en el Cantón Ambato provincia de Tungurahua.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Elaborar la línea base de la zona de estudio, tomando en consideración los medios físicos, biológicos y socioeconómicos para conocer el estado actual e integral de la unidad hidrográfica.
- Realizar el análisis morfométrico de la unidad hidrográfica para comprender e interpretar su comportamiento morfodinámico e hidrológico.
- Identificar y evaluar los problemas existentes en la zona de estudio para establecer las medidas de solución a la problemática que estarán contenidas en el Plan de Manejo.

1.3. Justificación.

El manejo y conservación de las unidades hidrográficas es fundamental para el desarrollo de la vida y las actividades productivas de la sociedad, las mismas se ha visto afectadas por el progresivo crecimiento demográfico e industrial produciendo un impacto ambiental negativo.

La intercuenca zona media del río Ambato es de gran importancia para el desarrollo de la provincia, porque posee zonas de páramo (3600 m.s.n.m) desempeñando un papel importante en la regulación del recurso hídrico, además zonas sin intervención de un gran valor natural (flora y fauna) y paisajístico. Desde la perspectiva socioeconómica ofrece

numerosos servicios como: dota del recurso hídrico al sector agrícola e industrial, es el suministro agua para la población de Ambato y es una zona con gran potencial turístico.

Por tanto surge la necesidad de establecer medidas de carácter técnico (Plan de Manejo), para mejorar la calidad ambiental de la zona y por ende la vida de las poblaciones.

Para este fin es necesario conocer el estado de la intercuenca, lo cual permitirá la implementación de futuros proyectos de investigación complementarios, además involucrar a los actores sociales (autoridades y población) en la toma de decisiones políticas, administrativas y técnicas enfocadas con el manejo integral de los recursos naturales.

CAPITULO II.

2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

2.1 Marco Teórico.

2.1.1 Cuenca Hidrográfica

La cuenca hidrográfica se define como una unidad territorial en la cual el agua que cae por precipitación se reúne y escurre a un punto común o que fluye toda al mismo río, lago, o mar. En esta área viven seres humanos, animales y plantas, todos ellos relacionados. También se define como una unidad fisiográfica conformada por la reunión de un sistema de cursos de ríos de agua definidos por el relieve (Bernis, 2005).

2.1.2 Codificación de una Cuenca Hidrográfica (Pfafstetter).

El Método Pfafstetter ha sido reconocido por la United States Geological Survey-USGS, quienes realizaron las delimitaciones y codificaciones de cuencas hidrográficas a nivel mundial con apoyo de las Naciones Unidas. La tendencia actual es que este método sea un estándar internacional de delimitación y codificación de cuencas hidrográficas (Rosas, 2009).

La codificación es una metodología para asignar Identificadores (ID) a unidades de drenaje basado en la topología de la superficie o área del terreno; asigna identificadores a una unidad hidrográfica para relacionarla con las unidades hidrográficas que contiene y de las unidades hidrográficas con las que limita.

2.1.2.1 Características Principales

- El sistema es jerárquico y las unidades son delimitadas desde las uniones de los ríos (punto de confluencia de ríos) o desde el punto de desembocadura de un sistema de drenaje en el océano.
- A cada unidad hidrográfica se le asigna un código numérico, basado en su ubicación dentro del sistema de drenaje, de tal forma que éste código es único en todo el continente.

- Este método hace un uso mínimo de dígitos en los códigos, tal es así que el número de dígitos del código representa a su vez el nivel de la unidad hidrográfica codificada.
- La distinción entre río principal y tributario, es en función del área de drenaje. Así, en cualquier confluencia, el río principal será siempre aquel que posee la mayor área drenada entre ambos.
- El código de la unidad hidrográfica provee información importante tales como el tipo de unidad de drenaje, nivel de codificación y ubicación al interior de la unidad que lo contiene.

2.1.2.2 Tipos de Unidades Hidrográficas

El Sistema de delimitación y codificación de Pfafstetter considera tres tipos de unidades de drenaje: cuencas, intercuencas y cuencas internas.

Cuenca, es un área (unidad hidrográfica) que no recibe drenaje de ninguna otra área, pero si contribuye con flujo a otra unidad de drenaje.

Intercuenca, es un área (unidad de drenaje) que recibe el drenaje de otra unidad que se ubica aguas arriba, mediante el curso del río principal, y permite el drenaje del flujo propio y del que ha ingresado a esta unidad hacia la unidad de drenaje que se ubica hacia aguas abajo. En tal sentido una unidad de drenaje tipo intercuena es una unidad de drenaje o de tránsito del río principal al cual también aporta sus propios caudales.

Cuenca Interna, es un área de drenaje que no recibe flujo de agua de otra unidad ni contribuye con flujo de agua a otra unidad de drenaje o cuerpo de agua.

2.1.3 Características de una Cuenca Hidrográfica

Las principales características que una unidad hidrográfica posee se describe continuación (Largo, 2009):

- **Es un medio natural geográficamente bien definido:** es el área de alimentación de una red natural de drenaje cuyas aguas son recogidas por un colector común.
- **Es un medio biofísico complejo:** es un medio natural compuesto por diferentes elementos: suelo, agua, vegetación, flora, fauna, subsuelo y clima; es complejo por las interrelaciones e interacciones que dichos elementos mantienen en el dinámico equilibrio de la naturaleza.
- **Es un medio natural morfodinámico:** la génesis de la morfología de una cuenca es un proceso dinámico porque según el clima que prevalece en una cuenca, las formaciones superficiales y el tipo de relieve se operan constantes modificaciones en la morfología de la cuenca expresados como cambios en el patrón de drenaje, etc.
- **Es un medio humano en transformación:** se refiere a que la cuenca representa el área donde se ubican las actividades del hombre, las cuales pueden modificar las interrelaciones existentes entre los fenómenos que rigen el equilibrio natural morfodinámico.

2.1.4 Elementos de una Cuenca Hidrográfica.

Una cuenca hidrográfica posee los siguientes elementos (Galvez, 2011):

- **Línea divisoria de agua:** es una línea imaginaria que delimita la cuenca hidrográfica. Una divisoria de aguas marca el límite entre una cuenca hidrográfica y las cuencas vecinas. El agua precipitada a cada lado de la divisoria desemboca generalmente en ríos distintos. Otro término utilizado para esta línea se denomina parteaguas.
- **Tributarios:** curso de agua secundario o llamado tributario, que desemboca en otro río más importante con el cual se une en un lugar llamado confluencia. En principio, de dos ríos que se unen es considerado como afluente el de menor importancia (por su caudal, su longitud o la superficie de su cuenca).

- **Cauce principal:** El cauce (río) principal suele ser definido como el curso con mayor caudal de agua (medio o máximo) o bien con mayor longitud. Tanto el concepto de río principal como el nacimiento del río son arbitrarios, como también lo es la distinción entre el río principal y afluente.

Sin embargo, la mayoría de cuencas de drenaje presentan un río principal bien definido desde la desembocadura hasta cerca de la divisoria de aguas. El río principal tiene un curso, que es la distancia entre su nacimiento y su desembocadura.

2.1.5 Funciones de las Cuencas.

Las funciones que una unidad hidrográfica tiene son las siguientes (Jiménez F. , 2005):

- a) **Función Ambiental:** constituyen sumideros de CO₂, alberga bancos de germoplasma, regula la recarga hídrica y los ciclos biogeoquímicos, conserva la biodiversidad, mantiene la integridad y la diversidad de los suelos.
- b) **Función Ecológica:** provee diversidad de sitios y rutas a lo largo de la cual se llevan a cabo interacciones entre las características de calidad física y química del agua, provee de hábitat para la flora y fauna que constituyen los elementos biológicos del ecosistema y tienen interacciones entre las características físicas y biológicas del agua.
- c) **Función Hidrológica:** captación de agua de las diferentes fuentes de precipitación para formar el escurrimiento de manantiales, ríos y arroyos, almacenan agua en sus diferentes formas y tiempos de duración, descarga agua como escurrimiento.
- d) **Función Socioeconómica:** suministra recursos naturales para el desarrollo de actividades productivas que dan sustento a la población, provee de un espacio para el desarrollo social y cultural de la sociedad.

2.1.6 Servicios ecosistémicos de una cuenca

Servicios ecosistémicos: La biodiversidad suministra servicios esenciales a las sociedades humanas que contribuyen de forma directa o indirecta al bienestar humano (González, 2010).

Categorías de servicios ecosistémicos:

- **Servicios de abastecimiento:** alimento, agua dulce, acervo genético, materias primas de origen biótico, medicinas naturales.
- **Servicios culturales:** educación ambiental, conocimiento científico, conocimiento ecológico local, identidad cultural y sentido de pertenencia, disfrute espiritual, disfrute estético, actividades recreativas y turismo de naturaleza.
- **Servicios de regulación:** regulación climática, purificación del aire, regulación hídrica y depuración del agua, control de la erosión (componente biótico del suelo y la vegetación), fertilidad del suelo, control biológico, polinización, mantenimiento del hábitat para especies singulares.

2.1.7 Clasificación de los distintos tipos de Cuencas.

Las cuencas hidrográficas presentan situaciones físicas y socioeconómicas con grado variable de complejidad, sobre las cuales actúan factores técnicos institucionales y políticos. Para entender el funcionamiento y facilitar el diseño de estrategias de manejo de las cuencas, es necesario clasificar en función de varios criterios (Solis., 2012).

Los más empleados en el medio son: clase de vertiente, altitud, área, permanencia del caudal durante el año, clima.

2.1.7.1 Según la clase de vertiente.

Tipo embudo (figura 2-1): las cuencas tipo embudo concentran las aguas de escorrentía en una red densa muy ramificada. Las vertientes son muy empinadas, de pendientes fuertes, poco alargadas e importante volumen rocoso, predominan los materiales rocosos en su composición (Solis., 2012).

Las características principales son: pendientes fuertes mayores de 30 °, rocas impermeables, suelos finos, crecientes de fuerte intensidad, forma redondeada, red densa y ramificada.

En estas cuencas las crecidas en general se produce antes de que terminen una lluvia y resultan ser un poco peligrosas.

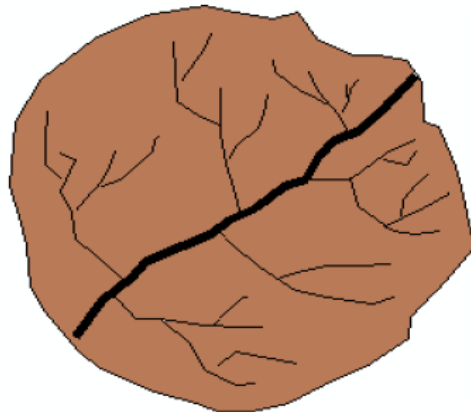


Figura 2-1: Cuenca tipo embudo (Montaguano, 2012)

Tipo corredor (figura 2-2): son las cuencas de zonas calcáreas, poseen grandes superficies planas de mesetas, calcáreas o ligeramente onduladas en los páramos. Un solo valle se entalla en profunda garganta, los escasos afluentes, igualmente encajonados, son casi siempre muy cortos. Son muy alargadas y poco o nada asimétricas.

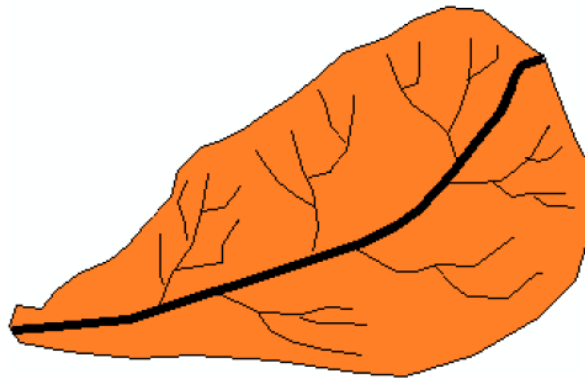


Figura 2-2: Cuenca tipo corredor (Montaguano, 2012)

Tipo canalón (figura 2-3): Se encuentran en terrenos planos en formaciones geológicas, pacientes. Las cuencas son muy alargadas, parecidas al tipo embudo pero las pendientes de las vertientes son muy suaves. Las formas pueden ser alargadas o cuadradas, con un coeficiente asimétrico superior a uno.

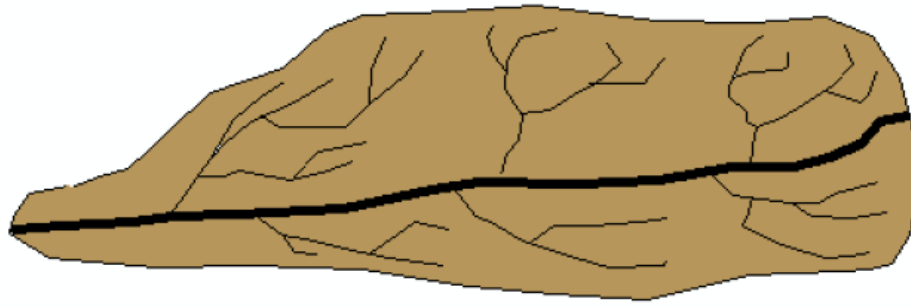


Figura 2-3. Cuenca tipo canelón (Montaguano, 2012)

2.1.7.2 Según la altitud.

El Ecuador, según la altitud sobre el nivel del mar, las cuencas se dividen en

- Cuencas altas: ubicadas sobre los 2.000 m.s.n.m. Son todas las cuencas de la serranía ecuatoriana.
- Cuencas medias: varían en los rangos altitudinales entre 500 y 2.000 m.s.n.m
- Cuencas bajas: se encuentran por debajo de los 500 m.s.n.m.

2.1.7.3 Según el área.

- Mini cuenca, comprende menores a 500 ha.
- Microcuencas, con superficie comprendidas entre 500 a 10,000 ha.
- Subcuenca, con superficies correspondientes entre 10,000 a 60,000 ha.
- Cuenca, con superficies mayores a 60,000 ha.
- Hoya, con superficies mayores a 500,000 ha.

2.1.7.4 Según la permanencia del caudal en el año.

Dentro de esta clasificación se puede señalar lo siguiente:

- Permanentes: tienen escorrentía todo el año, como en el caso de las cuencas de la Amazonía.
- Intermitentes: con escorrentía en los meses de precipitación. Por ejemplo aquellas microcuencas que son del río Paute.

- Efímeras: la escorrentía se presenta horas después de una lluvia. Son las que se ubican en zonas desérticas.

2.1.7.5 Según el clima.

Según el clima se señala la siguiente clasificación:

- Cuencas de zona húmedas: en las cuales la estrategia de manejo se orienta a controlar los excesos de agua y los problemas erosivos.
- Cuencas de zona secas: donde el objetivo es disminuir la evapotranspiración, siempre que se mantenga la estabilidad de los suelos. Es el caso del sector del Chota, en la provincia de Imbabura.

2.1.8 Caracterización de una Cuenca

En el proceso de manejo de cuencas, la caracterización cumple tres funciones fundamentales: 1) describir y tipificar las características principales de la cuenca; 2) sirve de información básica para definir y cuantificar el conjunto de indicadores que servirán de línea base para el seguimiento, monitoreo y evaluación de resultados e impactos de los programas y proyectos de manejo de cuencas; y finalmente 3) sirve de base para el diagnóstico, donde se identifican y priorizan los principales problemas de la cuenca se identifican sus causas, consecuencias (efectos) y alternativas de soluciones (Morales, 2003).

La caracterización de una cuenca hidrográfica manifiesta lo siguiente (Faustino, 2000):

La caracterización básica de una cuenca se inicia con la determinación de los parámetros morfológicos, que describen la estructura física del ámbito territorial en la cuenca. Entre los más importantes figuran: la forma, tamaño o área, longitud máxima, ancho máximo, pendiente del cauce principal, pendiente media, red de drenaje. Algunos de estos parámetros sirven de base para considerar peligros a desastres naturales como: forma de drenaje, pendiente media, etc.

Luego se procede a la caracterización biofísica, que está referida a la descripción de los elementos físicos y biológicos, como son el relieve o topografía, suelo, geología, clima, vegetación, uso actual de la tierra, hidrología, fauna. Con esta información es posible identificar la vulnerabilidad natural.

Posteriormente se recopila los aspectos socioeconómicos, entre los que se deben considerar la demografía, salud, educación, vivienda, tenencia de la tierra, organizaciones, actividades productivas o económicas, administración territorial, cultura. Esta información identifica la vulnerabilidad social y económica.

2.1.8.1 Principales parámetros físicos de la morfometría de la Cuenca.

2.1.8.1.1 Parámetros asociados a la forma de la Cuenca.

La forma de la cuenca interviene de manera importante en las características del hidrografía de descarga de una determinada corriente, particularmente en los eventos de avenidas máximas, en particular, las cuencas de igual área pero de diferente forma, generan hidrogramas diferentes (Delgadillo, 2005).

La forma de la cuenca condiciona la velocidad del escurrimiento superficial, para cuencas de igual superficie y formas diferentes se espera un comportamiento hidrológico también diferente. Como principales parámetros morfométricos asociados a una cuenca hidrográfica se señala lo siguiente:

- **Área de la cuenca (A)**

El área de la cuenca, tiene importancia porque:

a. Sirve de base para la determinación de otros elementos (parámetros, coeficientes, relaciones, etc.)

b. Por lo general los caudales de escurrimiento crecen a medida que aumenta la superficie de la cuenca;

c. El crecimiento del área actúa como un factor de compensación de modo que es más común detectar crecientes instantáneas y de respuesta inmediata en cuencas pequeñas que en las grandes cuencas. La tabla 2-1 indica los diferentes tamaños de cuencas hidrográficas.

Tabla 2-1. Diferentes tamaños de una Cuenca. (Delgadillo, 2005).

Área de la cuenca (Km ²)	Descripción
< 25	Muy pequeña
25-250	Pequeña
250-500	Intermedia-pequeña
500-2.500	Intermedia-grande
2.500-5.000	Grande
>5.000	Muy grande

- **Perímetro (P).**

Es la longitud sobre un plano horizontal, que recorre la divisoria de aguas, este parámetro se mide en unidades de longitud y se expresa normalmente en metros o kilómetros.

- **Longitud de la cuenca (L).**

Se define como la distancia horizontal desde la desembocadura de la cuenca (estación de aforo) hasta otro punto aguas arriba donde la tendencia general del río principal corte la línea de contorno de la cuenca.

- **Ancho de la cuenca (B):**

Se define como la relación entre el área y la longitud de la cuenca. Esta se expresa en metros o kilómetros.

- **Orientación.**

La orientación se determina de acuerdo a la orientación del río principal de la cuenca en relación al Norte y se considera su influencia especialmente en las zonas de ladera en donde la inclinación de las vertientes afectará la influencia solar.

La orientación de la cuenca con respecto al movimiento del sol y a la interposición de las cadenas montañosas con respecto a las corrientes de aire, es un factor que influye en su comportamiento hidro-meteorológico.

- **Forma de Horton (Kf)**

Es la relación entre el área y el cuadrado de la longitud de la cuenca. Este índice de Horton ha sido usado frecuentemente como indicador de la forma del hidrograma unitario.

$$Kf = \frac{A}{L^2}$$

Los valores interpretativos de la relación de Horton pueden verse en la tabla 2-2, que se describe a continuación:

Tabla 2-2. Factor de Forma según Horton. (Delgadillo 2005)

Valores aproximados	Forma de la cuenca
>0.22	Muy larga
0.22-0.300	Alargada
0.300-0.37	Ligeramente alargada
0.37-0.450	Ni alargada ni ensanchada
0.45-0.60	Ligeramente ensanchada
0.60-0.80	Ensanchada
0.80-1.20	Muy ensanchada
>1.200	Redondeado el desagua

En la figura 2-4 muestra la relación entre la morfología de algunas cuencas y sus respectivos caudales pico.

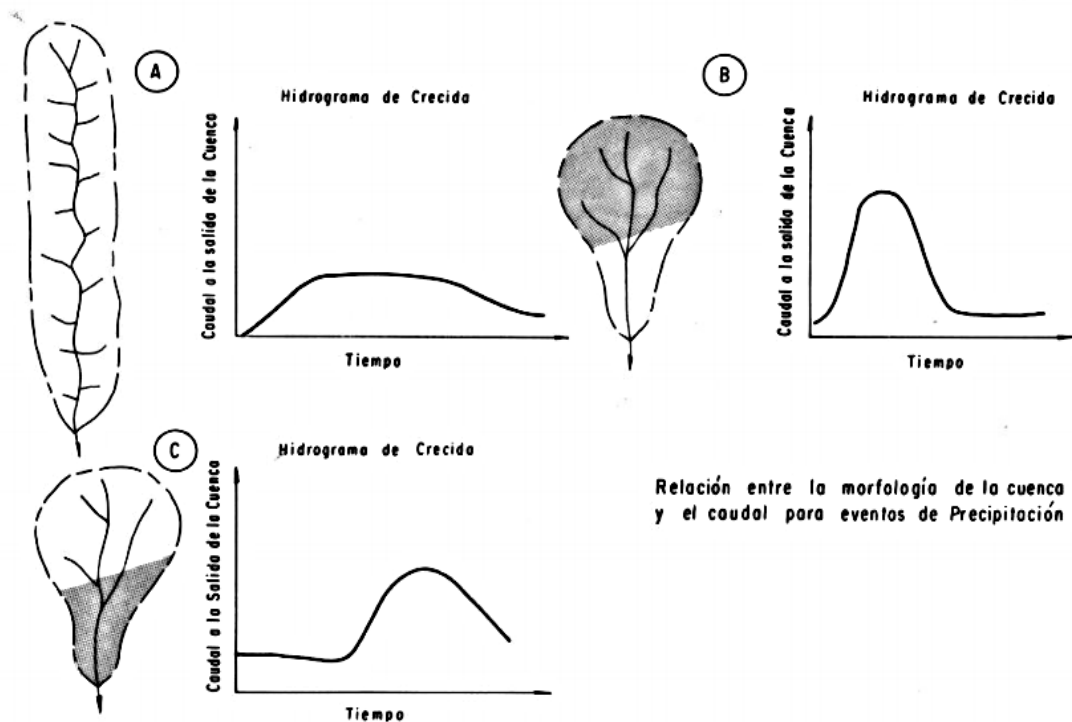


Figura 2-4. Relación morfológica de diferentes cuencas y su caudal pico (Delgadillo, 2005)

- **Índice de Gravelius o coeficiente de compacidad, K_c .**

La forma superficial de las cuencas hidrográficas tiene interés por el tiempo que tarda en llegar el agua desde los límites hasta la salida de la misma. Uno de los índices para determinar la forma es el Coeficiente de Compacidad (Gravelius). Valor adimensional e independiente del área estudiada. Compara la forma de la cuenca con la de una circunferencia. Este se obtiene al relacionar el perímetro de la cuenca, con el perímetro de un círculo, que tiene la misma área de la cuenca. (Delgadillo, 2005)

$$A = \pi \cdot r^2 \qquad r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

Siendo:

A: Área de un círculo, igual al área de la cuenca.

r: Radio de un círculo de igual área que la cuenca.

$$K_c = \frac{P}{2\pi r} = 0.28 \frac{P}{A_2^1}$$

Dónde: K_c : Coeficiente de compacidad de Gravelius.

P: Perímetro de la cuenca en km.

A: Área de la Cuenca en km².

Como se mencionó anteriormente, este coeficiente define la forma de la cuenca, respecto a la similaridad con formas redondas, dentro de rangos que se muestran en la tabla 2-3 que se señala a continuación:

Tabla 2-3. Características de la cuenca de acuerdo con los valores K_c . (Delgadillo, 2005)

Valores de K_c	Forma
1.00-1.25	Redonda a oval redonda
1.25-1.50	De oval redonda a oval oblonga
1.50-1.75	De oval oblonga a rectangular oblonga

Cuando K_c es cercano a 1.0 indica que la forma es casi una circunferencia. K_c mayores que 1.0 indica ser menor circular la cuenca. Cuencas con K_c cercano a 1.0 tienen más problemas de crecientes (gastos muy grandes, inundaciones) (Delgadillo, 2005).

En cuando al de escurrimiento que está relacionada con la forma de una cuenca hidrográfica, los valores de K_c nunca serán inferiores a 1. El grado de aproximación de este índice a la unidad indicará la tendencia a concentrar fuertes volúmenes de aguas de escurrimiento, siendo más acentuado cuanto más cercano sea a la unidad, lo cual quiere decir que entre más bajo sea K_c , mayor será la concentración de agua. Los valores de la tendencia de escurrimiento se demuestran en la tabla 2-4.

Tabla 2-4. Tendencia de concentración de aguas de escurrimiento. (Delgadillo, 2005)

Rangos de Densidad	Clases
0.1-1.8	Baja
1.9-3.6	Moderado
3.7-5.6	Alta

- **Relación de elongación (Re)**

Relación de elongación (Re). Es la relación entre el diámetro (D) de un círculo que tenga la misma superficie de la cuenca y la longitud máxima (L_m) de la cuenca. La variable L_m se define como la más grande dimensión de la cuenca a lo largo de una línea recta trazada desde la desembocadura del cauce principal, hasta el límite extremo del parteaguas y de manera paralela al río principal (Breña, 2006).

Para estimar su magnitud se aplica la expresión:

$$Re = \frac{D}{L_m} = 1.128 \frac{\sqrt{A}}{L_m}$$

Donde Re es la relación de elongación, adimensional; D es el diámetro de un círculo que tenga la misma superficie de la cuenca, en m; y L_m es la longitud máxima de la cuenca, en m. A partir de estudios realizados en un gran número de cuencas si:

$Re \approx 1.0$, la cuenca es plana

$0.6 \leq Re \leq 0.8$, la cuenca es de relieve pronunciado

- **Relación de circularidad (Rci).**

Es el cociente entre el área de la cuenca y la del círculo cuya circunferencia es equivalente al perímetro de la cuenca y la expresión mediante la cual se calcula es (Breña, 2006):

$$R_{ci} = \frac{4\pi A}{P^2}$$

Donde Rci es la relación de circularidad, adimensional; P es el perímetro de la cuenca, en m; y A es la superficie de la cuenca, en m². De acuerdo con análisis realizados en diversas cuencas han determinado que si:

Rci = 1.0, la cuenca es circular

Rci = 0.785, la cuenca es cuadrada

2.1.8.1.2 Parámetros relativos al relieve.

Los principales parámetros relacionados con el relieve de una unidad hidrográfica, se describe a continuación (Romero R. , 2005):

- **Altura y elevación.**

Es uno de los parámetros más determinantes de la oferta hídrica y del movimiento del agua a lo largo de la cuenca. De ella dependen en gran medida la cobertura vegetal, la biota, el clima, el tipo y uso del suelo y otras características fisiográficas de un territorio. A continuación se describen los elementos más representativos de las cuencas, derivados de la elevación.

Cota mayor de la cuenca (CM): Es la mayor altura a la cual se encuentra la divisoria de la cuenca (msnm.).

Cota menor de la cuenca (Cm): Es la cota sobre la cual la cuenca entrega sus aguas a un cauce superior (msnm.).

Elevación promedia del relieve: Es la elevación promedia de la cuenca referida al nivel del mar. Histograma de frecuencias altimétricas: Corresponde a la estimación del histograma de frecuencias de las elevaciones en la cuenca.

Este parámetro es de importancia pues da un índice de la velocidad media de la escorrentía y su poder de arrastre y de la erosión sobre la cuenca.

Pendiente media de la cuenca (S): es el valor medio del declive del terreno y la inclinación, respecto a la horizontal, de la vertiente sobre la cual se ubica la cuenca.

Histograma de pendientes: permite conocer la distribución el porcentaje asociado a cada tipo de pendientes.

La tabla 2-5 clasifica el tipo de pendientes, como se puede ver a continuación:

Tabla 2-5 Tabla de clasificación de la pendiente. (Romero. R, 2005)

Pendiente en %	Tipo de terreno
2	Llano
5	Suave
10	Accidentado medio
15	Accidentado
25	Fuerte accidentado
50	Escarpado
>50	Muy escarpado

- **Curva hipsométrica**

Es la representación gráfica de la variación altitudinal de una cuenca, por medio de una curva tal, que a cada altura le corresponde un respectivo porcentaje del área ubicada por encima de esa altura.

Los datos de elevación de una cuenca son importantes para relacionar la acción de la altitud con el comportamiento de la temperatura y precipitación. La curva hipsométrica refleja con precisión el comportamiento global de la altitud de la cuenca. Para generarla es necesario reclasificar el modelo de elevación digital del terreno (MEDT), según los intervalos deseados y calcular el área en cada rango.

Cada punto de la curva, es el porcentaje de área de la cuenca sobre una determinada curva de nivel. El porcentaje de elevación se define como el cociente entre el área sobre o bajo la curva hipsométrica como se explica en la figura 2-5. Se obtiene mediante la fórmula:

$$Rh = \frac{Ss}{Si} * 12$$

Dónde: Rh = porcentaje de elevación (adimensional)

Ss = área sobre la curva hipsométrica (m²)

Si = área bajo la curva hipsométrica (m²)

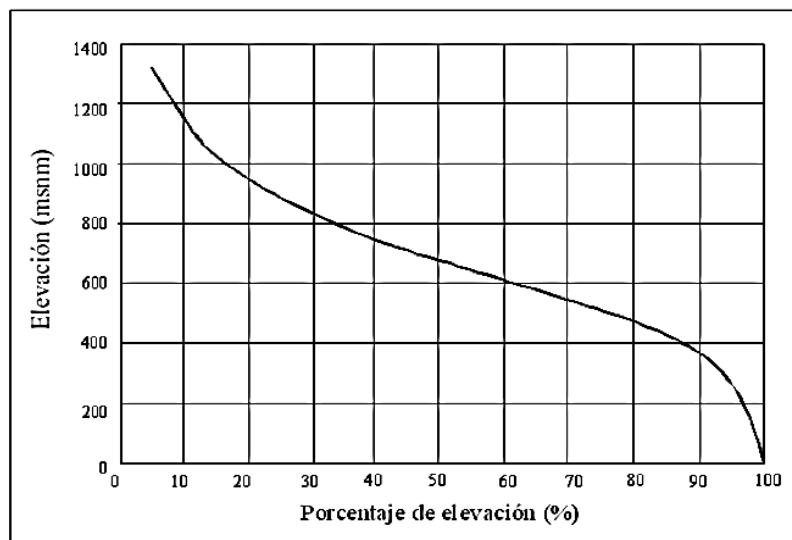


Figura 2-5. Curva hipsométrica (Strahler, 1964)

Según Strahler (1964), la importancia de esta relación reside en que es un indicador del estado de equilibrio dinámico de la cuenca. Así, cuando $Rh = 1$, se trata de una cuenca en equilibrio morfológico. La figura 2-6 muestra tres curvas hipsométricas correspondientes a otras tantas cuencas que tienen potenciales evolutivos distintos.

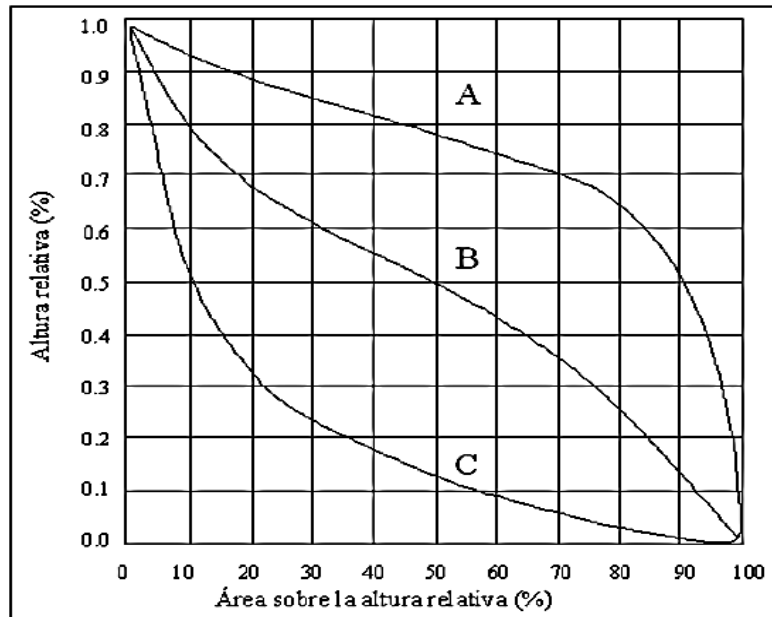


Figura 2-6. Área sobre la altura relativa (%). (Strahler, 1964)

La curva superior (A) refleja una cuenca con un gran potencial erosivo; la curva intermedia (B) es característica de una cuenca en equilibrio; y la curva inferior (C) es típica de una cuenca sedimentaria según la figura. Quedarían, así, representadas distintas fases de la vida de los ríos:

- Curva A: fase de juventud
- Curva B: fase de madurez
- Curva C: fase de vejez

2.1.8.1.3 Parámetros relativos al perfil

- **Cota mayor de cauce (CMc):** Elevación del punto más alto del cauce (msnm.).
- **Cota menor de cauce (Cmc):** Coincide con la cota menor de la cuenca (msnm.).
- **Pendiente promedio del cauce (S0):** Con base en el perfil altimétrico a lo largo del río se puede encontrar la pendiente de la recta ajustada a parejas de valores obtenidos en intervalos iguales a lo largo del cauce. Se aplica la técnica de los mínimos cuadrados.

- **Longitud del cauce principal (Lc):** Corresponde a la longitud del cuerpo de agua que le da nombre a la cuenca de estudio, en este parámetro se tienen en cuenta la sinuosidad cauce; éste parámetro se expresa normalmente en kilómetros.
- **Longitud del cauce hasta la divisoria (Lf):** Se estima prolongando longitud del cauce principal hasta la divisoria sumándole la distancia en línea recta que separa ambas medidas.

2.1.8.1.4 Parámetros relativos al drenaje

Los parámetros relativos al relieve son varios, los cuales son descritos a continuación (Strahler, 1989):

- **Orden de los cauces:** el orden de las corrientes es una clasificación que proporciona el grado de bifurcación dentro de la cuenca (ver figura 2-7). Existen varios métodos para realizar tal clasificación. En este caso se optó por el método de Horton, el cual se fundamenta en los siguientes criterios:
 - ❖ Se consideran corrientes de primer orden, aquellas corrientes fuertes, portadoras de aguas de nacimientos y que no tienen afluentes.
 - ❖ Cuando dos corrientes de orden uno se unen, resulta una corriente de orden dos; cuando dos corrientes de orden dos se unen forman una corriente de orden tres. En general los cauces de orden n se forman cuando dos cauces de orden n-1 se unen.
 - ❖ Estos ejemplos se continúan para determinar los órdenes siguientes (cuarto, quinto, etc.) hasta llegar al dren de desagüe principal.

Eso sí, hay que tener en cuenta que si se juntan dos drenes de distinto orden (figura 2-7), se respeta el de mayor.

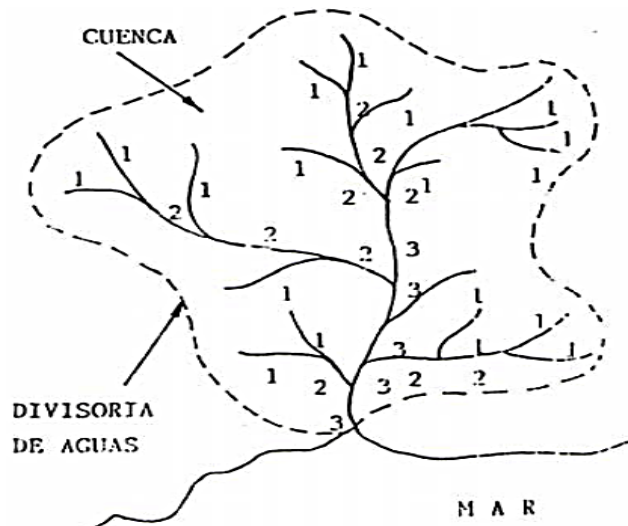


Figura 2-7. Orden de los cauces de una cuenca hidrográfica (Aguilar, 2007)

- **Longitud de los cauces de orden uno (L1):** Una vez establecidos los cauces de orden uno, se miden las longitudes de dichas corrientes.
- **Densidad de drenaje (Dd):** Este índice relaciona la longitud de la red de drenaje y el área de la cuenca sobre la cual drenan las corrientes hídricas.

$$D_f = \frac{\text{Longitud corrientes (km)}}{\text{Área cuenca (Km}^2\text{)}}$$

Con el fin de catalogar una cuenca como bien o mal drenada, analizando su densidad de drenaje, se puede considerar que valores de densidad de drenaje próximo a 0.5 km/km² o mayores indican la eficiencia de la red de drenaje.

La descripción de las características morfométricas, fisiográficas, hidrológicas e hidráulicas entre otros, permite un mejor entendimiento del comportamiento del flujo de agua en la cuenca.

2.1.9 Línea base de una Cuenca

La línea base se define como un conjunto de indicadores seleccionados para el seguimiento y la evaluación sistemáticos de políticas y programas. La línea de base describe el área de influencia del proyecto o actividad, a objeto de evaluar posteriormente los impactos que, pudieren generarse o presentarse sobre los elementos del medio ambiente. La conformación de la línea base implica la realización de pasos previos en la

identificación de información necesaria y en la precisión de criterios conducentes a un óptimo aprovechamiento de la información disponible en sitios de áreas de influencia directa e indirecta (Vega, 2008).

La determinación de las áreas de influencia, tanto directa como indirecta, para cualquier proyecto de ingeniería está marcada por el alcance geográfico y por los cambios o alteraciones.

2.1.9.1 Área de influencia directa (AID)

El AID corresponde a todos aquellos espacios físicos donde los impactos se presentan en forma evidente, entendiéndose como impacto ambiental a la alteración favorable o desfavorable, en el medio o en un componente del medio, como consecuencia de una actividad o acción. Para determinar el área de influencia directa, se utilizan criterios geográficos en donde se desarrolla el proyecto directamente (Evren, 2012).

2.1.9.2 Área de influencia indirecta (AII)

La AII se considera como aquellas zonas alrededor del área de influencia directa que son impactadas indirectamente en el área de proyecto. Estas zonas se pueden definir como zonas de amortiguamiento con un radio de acción determinado o puede depender de la magnitud del impacto y del componente afectado (Evren, 2012).

2.1.9.3 Áreas Sensibles

La sensibilidad ambiental se define para este estudio, como la capacidad de un ecosistema para soportar alteraciones o cambios originados por acciones antrópicas, sin sufrir alteraciones importantes que le impidan alcanzar un equilibrio dinámico que mantenga un nivel aceptable en su estructura y función. En concordancia con esta definición se debe tener en cuenta el concepto de tolerancia ambiental, que representa la capacidad del medio a aceptar o asimilar cambios en función de sus características actuales. Así, el grado de sensibilidad ambiental dependerá del nivel de conservación o degradación del ecosistema y sobre todo de la presencia de acciones externas (antrópicas). Para determinar las áreas sensibles se debe considerar cada uno de los componentes de la línea base (medio físico, medio biótico, medio socioeconómico y patrimonio cultural) (Evren, 2012).

2.1.10 Evaluación de Impactos Ambientales.

2.1.10.1.1 Impacto ambiental

Es la alteración que se produce en el ambiente cuando se lleva a cabo un proyecto o una actividad. Las obras públicas como la construcción de una carretera, un pantano o un puerto deportivo; las ciudades; las industrias; una zona de recreo para pasear por el campo o hacer escalada; una granja o un campo de cultivo; cualquier actividad de estas tiene un impacto sobre el medio. La alteración no siempre es negativa. Puede ser favorable o desfavorable para el medio. En los impactos ambientales hay que tener en cuenta (Echarri, 1998):

- Signo: si es positivo y sirve para mejorar el medio ambiente o si es negativo y degrada la zona.
- Intensidad: según la destrucción del ambiente sea total, alta, media o baja.
- Extensión: según afecte a un lugar muy concreto y se llama puntual, o a una zona algo mayor -parcial-, o a una gran parte del medio -impacto extremo- o a todo -total-. Hay impactos de ubicación crítica: como puede ser un vertido en un río poco antes de una toma de agua para consumo humano: será un impacto puntual, pero en un lugar crítico.
- el momento en que se manifiesta y así distinguimos impacto latente que se manifiesta al cabo del tiempo, como puede ser el caso de la contaminación de un suelo como consecuencia de que se vayan acumulando pesticidas u otros productos químicos, poco a poco, en ese lugar. Otros impactos son inmediatos o a corto plazo y algunos son críticos como puede ser ruido por la noche, cerca de un hospital.
- persistencia. Se dice que es fugaz si dura menos de 1 año; si dura de 1 a 3 años es temporal y pertinaz si dura de 4 a diez años. Si es para siempre sería permanente.
- recuperación. Según sea más o menos fácil de reparar distinguimos irreversibles, reversibles, mitigables, recuperables, etc.

- suma de efectos: A veces la alteración final causada por un conjunto de impactos es mayor que la suma de todos los individuales y se habla de efecto sinérgico. Así, por ejemplo dos carreteras de montaña, pueden tener cada una su impacto, pero si luego se hace un tercer tramo que, aunque sea corto, une las dos y sirve para enlazar dos zonas antes alejadas, el efecto conjunto puede ser que aumente mucho el tráfico por el conjunto de las tres. Eso sería un efecto sinérgico.
- periodicidad. Distinguimos si el impacto es continuo como una cantera, por ejemplo; o discontinuo como una industria que, de vez en cuando, desprende sustancias contaminantes o periódico o irregular como los incendios forestales.

2.1.10.2 Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

Antes de empezar determinadas obras públicas o proyectos o actividades que pueden producir impactos importantes en el ambiente, la legislación obliga a hacer una Evaluación del Impacto Ambiental que producirán si se llevan a cabo. La finalidad de la EIA es identificar, predecir e interpretar los impactos que esa actividad producirá si es ejecutada. Los pasos a dar para hacer una EIA son (Echarri, 1998):

- **Estudio de Impacto Ambiental (EsIA).**- Para hacer una EIA primero hace falta un Estudio de Impacto Ambiental que es el documento que hacen los técnicos identificando los impactos, la posibilidad de corregirlos, los efectos que producirán, etc. Debe ser lo más objetivo posible, sin interpretaciones ni valoraciones, sino recogiendo datos. Es un estudio multidisciplinar por lo que tiene que fijarse en cómo afectará al clima, suelo, agua; conocer la naturaleza que se va a ver afectada: plantas, animales, ecosistemas; los valores culturales o históricos, etc.; analizar la legislación que afecta al proyecto; ver cómo afectará a las actividades humanas: agricultura, vistas, empleo, calidad de vida, etc.
- **Declaración de Impacto Ambiental (DIA).**- La Declaración de Impacto Ambiental la hacen los organismos o autoridades medioambientales a las que corresponde el tema después de analizar el Estudio de Impacto Ambiental y las alegaciones, objeciones o comentarios que el público en general o las instituciones consultadas hayan hecho. La base para la DIA es el Estudio técnico, pero ese

estudio debe estar disponible durante un tiempo de consulta pública para que toda persona o institución interesada lo conozca y presente al organismo correspondiente sus objeciones o comentarios, si lo desea. Después, con todo este material decide la conveniencia o no de hacer la actividad estudiada y determina las condiciones y medidas que se deben tomar para proteger adecuadamente el ambiente y los recursos naturales.

2.1.10.3 Tipos de Evaluaciones de Impacto Ambiental.-

La legislación pide estudios más o menos detallados según sea la actividad que se va a realizar. No es lo mismo la instalación de un bar que una pequeña empresa o un gran embalse o una central nuclear. Por eso se distinguen (Echarri, 1998):

- **Informes medioambientales** que se unen a los proyectos y son simplemente indicadores de la incidencia ambiental con las medidas correctoras que se podrían tomar.
- **Evaluación preliminar** que incorpora una primera valoración de impactos que sirve para decidir si es necesaria una valoración más detallada de los impactos de esa actividad o es suficiente con este estudio más superficial.
- **Evaluación simplificada** que es un estudio de profundidad media sobre los impactos ambientales.
- **Evaluación detallada** en la que se profundiza porque la actividad que se está estudiando es de gran envergadura

2.1.10.4 Metodologías de Evaluación del Impacto Ambiental

Un Estudio de Impacto Ambiental analiza un sistema complejo, con muchos factores distintos y con fenómenos que son muy difíciles de cuantificar. Para hacer estos estudios hay varios métodos y se usan unos u otros según la actividad de que se trate, el organismo que las haga o el que las exija. Como ejemplo de uno de los métodos que se emplean en estos trabajos analizamos la llamada "matriz de Leopold" que fue el primer método

utilizado para hacer estos estudios, en 1971, por el Servicio Geológico de los Estados Unidos.

Este sistema utiliza un cuadro de doble entrada (matriz). En las columnas pone las acciones humanas que pueden alterar el sistema y en las filas las características del medio que pueden ser alteradas. En el original hay 100 acciones y 88 factores ambientales, aunque no todos se utilizan en todos los casos (Echarri, 1998).

Para la identificación y evaluación de impactos ambientales se utilizó la Matriz de Leopold, que permitió identificar las interacciones entre las acciones (eje horizontal) y los factores ambientales (eje vertical). Se procedió a calificar los impactos de acuerdo a su intensidad, extensión y duración para calcular la magnitud (tabla 2-6) y se calificó los impactos de acuerdo a su reversibilidad, riesgo y extensión para calcular la importancia de acuerdo a los siguientes criterios (Culqui, 2015):

Tabla 2-6 Calificación de impactos ambientales

Variable	Símbolo	Carácter	Valor
Para la Magnitud (M)			
INTENSIDAD	I	Alta	3
		Moderada	2
		Baja	1
EXTENSIÓN	E	Regional	3
		Local	2
		Puntual	1
DURACIÓN	D	Permanente	3
		Temporal	2
		Periódica	1
Para la Importancia (I)			
REVERSIBILIDAD	R	Irrecuperable	3
		Poco recuperable	2
		Recuperable	1
RIESGO	G	Alto	3
		Medio	2
		Bajo	1
EXTENSIÓN	E	Regional	3
		Local	2
		Puntual	1

Fuente. 2-1. Ceticuero curtiduría. Elaboración propia

Para calcular la magnitud. Ver tabla 4-68. Matriz de Magnitud de Impactos, se ponderó los criterios:

Peso del criterio de intensidad (i): 0.40

Peso del criterio de extensión (e): 0.40

Peso del criterio de duración (d): 0.20

$$M = (i \times 0.40) + (e \times 0.40) + (d \times 0.20)$$

Para calcular la importancia (tabla 4-69), la Matriz de Importancia de impactos ponderó los siguientes criterios:

Peso del criterio de extensión (e): 0.40

Peso del criterio de reversibilidad (R): 0.35

Peso del criterio de riesgo (q): 0.25

$$I = (e \times 0.40) + (R \times 0.35) + (q \times 0.25)$$

Una vez calculadas la magnitud y la importancia, se calculó la severidad del impacto (tabla 4-70), multiplicando los dos factores:

$$S = M \times I$$

Para la calificación, se tomó en cuenta los siguientes rangos:

Tabla 2-7 Escala y severidad de impactos

Escala de valores estimados	Severidad del impacto
1.0 – 2.0	Bajo
2.1 – 3.6	Medio
3.7 – 5.3	Alto
5.4 – 9.0	Crítico

- **Impacto Crítico**

Si se encuentra en este rango, significa que el impacto ocasionado irreversible, y en pocas ocasiones reversible, pero se necesita de un alto índice técnico, para minimizarlos, es muy

difícil eliminarlo completamente y a su vez una alta inversión para remediar el daño que se haya producido al entorno, o a su vez al proceso.

- **Impacto Alto**

Este rango indica la presencia de impacto alto ocasionado a corto plazo; ocasionado por el proceso a su entorno o viceversa, el cual puede ser reparado con medidas técnicas, que genera una inversión considerable.

- **Impacto Medio**

Este rango es el adecuado para que el proceso se ejecute con poco impacto o complicación, que sea permisible y pueda ser evitado con pocas regulaciones y no produce un daño irreversible a corto plazo.

- **Impacto Bajo**

Este rango es adecuado para describir que la actividad analizada, genera un impacto bajo, es decir, que se encuentra dentro de los límites permisibles y no pone en peligro la tasa de autodepuración del entorno.

2.1.11 Manejo de Cuencas

El concepto moderno de manejo de cuencas plantea que es una ciencia que trata de lograr el uso apropiado de los recursos naturales en función de la intervención humana y sus necesidades, propiciando al mismo tiempo la sostenibilidad, la calidad de vida, el desarrollo y el equilibrio medioambiental (Faustino, 2000).

El objetivo primordial del manejo de una cuenca es alcanzar un uso verdaderamente racional de los recursos naturales, en especial el agua, el bosque y el suelo, considerando al hombre y a la comunidad como el agente protector o destructor. El manejo adecuado de una cuenca trata de evitar que los recursos naturales (agua, suelo, flora y fauna) se degraden, eliminen o contaminen, considerando, al mismo tiempo que el hombre tiene que obtener suficientes alimentos, adecuada cantidad y calidad de agua, madera, leña, etc.

El manejo de cuencas incluye los aspectos político, social, económico, técnico y ambiental, lo cual obliga a reconocer que la cuenca es una unidad de planificación donde su desarrollo sustentable depende de las interacciones entre los recursos naturales y actividades dentro de la misma. Se afirma entonces que a nivel de cuencas se planifica no solo con base en el recurso hídrico sino que se considera e incluye otros recursos existentes en la cuenca, esta tendencia hace posible que se maneje a la cuenca tanto en función de lo que hay dentro, como de la influencia que tiene fuera de ella (OEA, 1978).

2.1.12 Plan de Manejo de una Cuenca.

Se define como un instrumento directriz, ordenador e integrador para el desarrollo óptimo, racional y eficiente de los recursos de una cuenca en función de las necesidades del hombre. Involucra especialmente la forma de aprovechar, proteger y conservar los recursos de la cuenca mediante la producción sostenida y el equilibrio ambiental (Carrie, 2013).

El plan de Manejo de una cuenca puede tener diferentes énfasis de acuerdo con la vocación y/o tipo de aprovechamiento que se le está dando. Dependiendo de esto podría tener un énfasis en: Prevención, Mejoramiento, Rehabilitación, Protección y Conservación, manejo Integral.

2.1.12.1 Definiciones relacionadas al Plan de Manejo.

2.1.12.1.1 Meteorología y Climatología.

La atmósfera y los fenómenos que tienen lugar en ella juegan un papel de gran relevancia en relación a la vida en el planeta. Por ello el hombre se ha preocupado desde la antigüedad por su estudio. Existen dos formas distintas y complementarias de enfrentarse al conocimiento de la atmósfera: La meteorología y la climatología.

2.1.12.1.1.1 Meteorología.

La meteorología estudia los meteoros o elementos atmosféricos, sus características y su funcionamiento, es decir las condiciones de la atmósfera en un momento concreto.

2.1.12.1.1.2 Climatología.

La Climatología es la parte de la Meteorología, estudia las condiciones medias de la atmósfera y las características medias de los meteoros durante un período de tiempo suficientemente largo que se producen en una determinada región y que otorgan a ésta una particular idiosincrasia. Tradicionalmente se consideran los valores medios de las principales variables que definen el estado de la atmósfera (presión, temperatura, humedad atmosférica, precipitación, etc.).

2.1.12.1.1.3 Elementos del Clima

Los elementos son el producto de las relaciones que se producen entre distintos fenómenos físicos que les dan origen que a su vez se relacionan con otros elementos y resultan modificados por los factores climáticos.

Los principales elementos del clima, y también los más conocidos, son:

- ❖ **Elementos Geodinámicos:** temperatura, presión, viento.
- ❖ **Elementos acuosos:** precipitación, humedad, nubosidad, evaporación.
 - **Temperatura:** es la cantidad de energía calórica acumulada en el aire, medida en grados.
 - **Precipitaciones:** agua que cae sobre la superficie terrestre, puede ser en forma líquida o sólida.
 - **Humedad:** es la cantidad de vapor de agua contenida en el aire.
 - **Viento:** es el movimiento del aire en la atmósfera.
 - **Presión atmosférica:** es el peso que ejerce una masa de aire sobre la superficie terrestre.
 - **Evaporación:** es un proceso físico que consiste en el paso lento y gradual de un estado líquido hacia un estado gaseoso.
 - **Nubosidad:** es la cantidad de nubes en la atmósfera.

2.1.12.2 Índices de Calidad Ambiental.

Son herramientas que permiten asignar un valor de calidad al medio a partir del análisis de diferentes parámetros. Su combinación da una visión más precisa del estado ecológico y el estado del medio biológico (Hernandez, 2010).

- Poseen la capacidad de resumir y simplificar datos complejos
- Tienen expresión numérica, pueden incluirse en modelos para la toma de decisiones
- Entendibles al público, los medios y los usuarios
- Poseen menos información que los datos brutos

Es claro que un índice de calidad no es lo mismo que un indicador de calidad, ya que los indicadores se refieren a simples medidas de factores ambientales o especies, indicativos del sistema biofísico y socioeconómico. Mientras que los índices resultan de valores derivados de la transformación de indicadores observados o predichos, también se consideran los índices como complejas transformaciones matemáticas de series de indicadores, en los cuales los indicadores individuales son ponderados de acuerdo a su importancia en el sistema ambiental evaluado. La información contenida en los indicadores se puede resumir, de forma simplificada en unos pocos índices.

2.1.12.2.1 Calidad del agua.

Son las características físicas, químicas y biológicas que establecen la composición del agua y la hacen apta para satisfacer la salud, el bienestar de la población y el equilibrio, ecológico. La evaluación y control de la calidad de agua, se la realizará con procedimientos analíticos, muestreos y monitoreo de descargas, vertidos y cuerpos receptores (AM061, 2015).

Los principales índices de calidad del recurso agua (tabla 2-6) son los siguientes:

Tabla 2-8. Principales Índices de Calidad de Agua. PNUMA

Índices de Calidad	Indicadores
Índice IPS (diatomeas)	Flora acuática

Índice IBMWP	Fauna bentónica	Biológicos
Índice IBICAT (métricas)	Fauna ictiológica	
Cumplimiento ambientales	caudales Régimen hidrológico	Hidromorfológicos
Índice de criticidad pasos	Continuidad del río	
Índice morfométrico (métricas):	Condiciones morfológicas	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Índice QBR ➤ Índice IHF 		
Generales (ICA)	Cumplimiento de umbrales de	Fisicoquímicos
Contaminantes específicos	calidad	

2.1.12.2.1.1 Índice de Calidad del Agua (ÍCA)

Los ÍCA, son una herramienta simple para la evaluación del recurso hídrico elemental en procesos decisorios de políticas públicas y en el seguimiento de sus impactos. Se definen los ÍCA como una expresión simple de una combinación más o menos compleja de un número de parámetros que sirven como expresión de la calidad del agua; el índice puede ser representado por un número, un rango, una descripción verbal, un símbolo o incluso un color (Carrillo, 2011):

La valoración de la calidad del agua puede ser entendida como la evaluación de su naturaleza química, física y biológica en relación con la calidad natural, los efectos humanos y usos posibles. Para simplificar la interpretación de los datos de su monitoreo, existen índices de calidad de agua (ÍCA) e índices de contaminación (ÍCO), los cuales reducen una gran cantidad de parámetros a una expresión simple de fácil interpretación entre técnicos, administradores ambientales y el público en general. La principal diferencia entre unos y otros está en la forma de evaluar los procesos de contaminación y el número de variables tenidas en cuenta en la formulación del índice respectivo.

En términos simples, un ICA es un número único que expresa la calidad del recurso hídrico mediante la integración de las mediciones de determinados parámetros de calidad del agua y su uso es cada vez más popular para identificar las tendencias integradas a los cambios en la calidad del agua. La tabla 5 presenta las principales ventajas y limitaciones de los ICA.

2.1.12.2.1.1.1 Ventajas y limitaciones de un ICA

A pesar de las ventajas actualmente reconocidas al uso de índices de calidad, aún siguen siendo criticados por presentar limitaciones de aplicación y confección. En la tabla 2-9 se muestra las principales ventajas y limitaciones que han sido reconocidas en los índices de calidad (García T. V., 2012).

Tabla 2-9. ICA ventajas y limitaciones. (Torres et al, 2009)

Ventajas	Desventajas
Permiten mostrar la variación espacial y temporal de la calidad del agua.	Proporcionan un resumen de los datos.
Método simple, conciso y válido para expresar la importancia de los datos generados regularmente en el laboratorio.	No proporcionan información completa sobre la calidad del agua.
Útiles en la evaluación de la calidad del agua para usos generales.	No pueden evaluar todos los riesgos presentes en el agua.
Permiten a los usuarios una fácil interpretación de los datos.	Pueden ser subjetivos y sesgados en su formulación.
Pueden identificar tendencias de la calidad del agua y áreas problemáticas.	No son de aplicación universal debido a las diferentes condiciones ambientales que presentan las cuencas de una región a otra.
Permiten priorizar para evaluaciones de calidad del agua más detalladas.	Se basan en generalizaciones conceptuales que no son de aplicación universal.
Mejoran la comunicación con el público y aumentan su conciencia sobre las condiciones de calidad del agua.	Algunos científicos y estadísticos tienden a rechazar
Ayudan en la definición de prioridades con fines de gestión.	y criticar su metodología, lo que afecta la credibilidad de los ÍCA

2.1.12.2.1.1.2 Procedimiento General para la Formulación de un Índice de Calidad de Agua

Los recientes índices más recientes de calidad de agua tienen como aspecto común, su cálculo sobre la base de los siguientes 3 pasos consecutivos:

- Selección de Parámetros.
- Determinación de los valores para cada parámetro: subíndices.
- Determinación del índice por la agregación de los subíndices.

En primera instancia, para la selección de parámetros se pueden considerar entre 2 y un número infinito de los mismos. La opción para la consideración de éstos, se da acorde con las circunstancias, estándares y criterios de tiempo y localización, además del concepto de un experto. Seguidamente para la determinación de los subíndices pueden ser utilizados varios métodos:

- Darle un valor nominal o numérico, previa comparación del valor del parámetro con un estándar o criterio.
- Convertir el parámetro en un número dimensional por medio de diagramas de calibración, en este caso se debe desarrollar para cada parámetro su propio diagrama, en el que se indique la correlación entre el parámetro y su valor en la escala de calidad. Esta escala generalmente está entre 0 y 100, aunque también se acostumbra escalarlos entre 0 y 1.
- Una alternativa para el diagrama de calibración es realizar una tabla de calibración. En estas tablas, el valor del parámetro está igualmente relacionado con la escala de calidad.
- Desarrollar para cada parámetro una formulación matemática, con el fin de convertir los valores del parámetro de acuerdo con varias escalas, con lo cual los valores del parámetro conservan sus unidades originales.

Finalmente, la determinación del índice de calidad de agua se da por la integración de los subíndices que lo conforman.

El índice puede darse por medio de la agregación de alguna de las siguientes formulas (tabla 2-10.) que comúnmente, corresponden a una función como se puede apreciar a continuación (Aroner, 2009).

Tabla 2-10. Fórmulas de agregación para el cálculo de índices de calidad de agua a partir de subíndices. (Van Helmond y Breukel, 1997)

Método	Fórmula
Promedio ponderado	$ICA = \sum_{i=1}^n qi$
Promedio aritmético ponderado	$ICA = \sum_{i=1}^n qi * wi$
Promedio geométrico no ponderado	$ICA = \left(\prod_{i=1}^n qi \right) \frac{1}{n}$
Promedio geométrico ponderado	$ICA = \left(\prod_{i=1}^n qi \right) nw$
Subíndice mínimo	$ICA = \min(q_1, q_2, \dots, q_n)$
Subíndice máximo	$ICA = \max(q_1, q_2, \dots, q_n)$
Promedio no ponderado modificado	$ICA = \frac{1}{100} \left(\sum_{i=1}^n qi \right) 2$
Promedio ponderado modificado	$ICA = \frac{1}{100} \left(\sum_{i=1}^n qi * wi \right) 2$

Donde:

ÍCA: Índice de calidad del agua.

n: número de parámetros

qi: escala de calidad (subíndice) del parámetro i.

Wi: Factor de ponderación del parámetro i.

2.1.12.2.1.1.3 Metodología del Índice de Calidad de Montoya.

El grado de contaminación del agua es medido en términos del índice, definido como el grado de contaminación existente en el agua de la muestra, expresado como un porcentaje de agua pura. Así, para el agua totalmente contaminada tendrá un índice de calidad cercano o igual a 0 y para aguas de excelentes condiciones de 100 (Aroner, 2009).

Por lo tanto el índice es un porcentaje promedio que causan diferente niveles de cada uno de los variables en un cuerpo de agua.

El índice de calidad del agua está constituido por 18 variables clasificadas dentro de cuatro categorías:

1- Cantidad de materia orgánica: determinadas por el porcentaje de saturación oxígeno disuelto (OD), y la demanda química de oxígeno DQO.

2- Materia bacteriológica presente: determinada por coliformes totales (CT) y coliformes fecales (CF).

3- Características físicas: determinadas por el color (COL) y la Turbiedad (TUR).

4- Materia orgánica: es determinada por alcalinidad (ALC), dureza (DUR), cloruros (CLO), conductividad específica (CON), concentración de iones hidrógeno (pH), grasas y aceites (GyA), sólidos suspendidos (SS), sólidos disueltos (SD), nutrientes: nitratos (NO_3), nitrógeno amoniacal (N-NH_3), fosfatos (PO_4) y detergentes (SAAM).

Se considera que estas variables son relativamente fáciles de coleccionar y analizar y por lo tanto de monitorear periódicamente. Este índice de calidad de agua tiene como características que el valor del grado de contaminación determina el uso a que puede destinarse el agua de la cuenca hidrológica en estudio (Aroner, 2009).

Los usos del agua considerados en México por el índice de Calidad del Agua son:

- a) Abastecimiento público
- b) Natación y otros deportes acuáticos en contacto directo con el cuerpo humano.
- c) Pesca, acuicultura y vida acuática
- d) Industrial y agrícola
- e) Navegación

f) Transporte de desechos tratados o almacenamiento en caso de lagos.

El grado de contaminación del agua es medido en términos del índice, definido como el grado de contaminación existente en el agua de la muestra expresado como un porcentaje de agua pura. Así, para el agua totalmente contaminada tendrá un índice de calidad cercano o igual a 0 y para aguas de excelentes condiciones de 100.

Para determinar la calidad de agua se debe contar con los resultados de los parámetros físico, químicos y bacteriológicos de las muestra y se aplican las fórmulas de la Tabla 4-11 para el factor I; posteriormente el índice señala que se debe hacer una corrección de los resultados obtenidos en I, por lo que se efectúa una regla de tres a la que el 100% le corresponde el valor del índice (ICORR), además cada parámetro tiene un valor de ponderación W, el mismo que servirá para obtener el ICA correspondiente.

Tabla 2-11. Cálculo del índice de calidad. (Montoya, 2009)

PARÁMETRO	ECUACION I	W (PONDERACIÓN)
Oxígeno Disuelto-OD	$(100)(OD)/14.492-0.384T+0.064T^2$	5
Demanda Química de Oxígeno-DQO	$120(DQO)^{(0.673)}$	5
Coliformes Totales-CT	$97.5(5*(CT)^{0.27}$	0.5
Coliformes Fecales-CF	$97.5(5*(CF)^{0.27}$	0.5
Conductividad	$97.9(9(COND)^{0.27}$	1
Cloruros	$(CLO)^{(0.223)}$	0.5
Dureza Total	$97.6(6(Dureza\ Total)^{0.27}$	1
Alcalinidad	$97.2(2(Alcalinidad)^{0.27}$	0.5
Ph	$97.6(6(Ph)^{0.27}$	1
Sólidos suspendidos-SS	$97.2(2(SS)^{0.27}$	1
Sólidos disueltos-SD	$97.5(5(SD)^{0.27}$	0.5
Nitratos	$97.7(7*(Nitratos)^{0.27}$	2
Color Pt-Co	$97.4(4*(Color\ Pt-Co)^{0.27}$	1
Turbiedad	$97.3(3*(Turbiedad)^{0.27}$	0.5
Gracias y Aceites	$37.25(AyG)^{-0.460}$	3
Fosfatos	$34.215(FOS)^{-0.343}$	3
Nitrógeno amoniacal	$45.8(NA)^{0.343}$	3

Fórmula general del índice de calidad de Montoya:

$$ICA = \frac{\sum(Icorr * W)}{\sum W}$$

Donde:

I CORR: factor de corrección

W: ponderación

Σ : sumatoria

Fórmula de corrección del Índice (I CORR)

$$ICorr = Ix10/100$$

El valor de Icorr se aplicará en la fórmula para obtener el Índice de Calidad, y realizar la comparación con los criterios establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 2-12. Criterios generales del ICA de Montoya. (Bazán Nickish, 2009)

ICA	Criterio general
85 –100	No Contaminado
70 - 84	Aceptable
50 – 69	Poco Contaminado
30 - 49	Contaminado
0 - 29	Altamente Contaminado

2.1.13 Características Físicas-Químicas y Bacteriología del Agua-Parámetros del ICA

2.1.13.1 Características Físicas

2.1.13.1.1 Color

Las causas más comunes del color del agua son la presencia de hierro y manganeso coloidal o en solución; el contacto del agua con desechos orgánicos, hojas, madera, raíces, etc., en diferentes estados de descomposición, y la presencia de taninos, ácido húmico y

algunos residuos industriales. El color natural en el agua existe principalmente por efecto de partículas coloidales cargadas negativamente; debido a esto, su remoción puede lograrse con ayuda de un coagulante de una sal de ion metálico trivalente como el Al^{+3} o el Fe^{+3} (Romero J. A., 2002).

Dos tipos de color se reconocen en el agua: el color verdadero, o sea el color de la muestra una vez que se ha removido su turbidez, y el color aparente, que incluye no solamente el color de las sustancias en solución y coloidales sino también el color debido al material suspendido, el color aparente se determina sobre la muestra original, sin filtración o centrifugación previa.

La unidad de color es el color producido por un mg/L de platino, en la forma de ion cloroplatinato (Romero J. A., 2002).

2.1.13.1.2 Turbidez.

La turbidez es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión (arena, arcilla y otros materiales); mide la claridad del agua, mientras más sucia parecerá que ésta, más alta será la turbidez, este parámetro es considerado una buena medida de la calidad del agua (González, 2011).

La turbidez puede impactar los ecosistemas acuáticos al afectar la fotosíntesis (limita el paso de la luz solar), respiración y la reproducción de la vida acuática. Las partículas suspendidas absorben calor de la luz del sol, haciendo que las aguas turbias se vuelvan más calientes, y así reduciendo la concentración de oxígeno en el agua (el oxígeno se disuelve mejor en el agua más fría). Además algunos organismos no pueden sobrevivir en agua más caliente. Además las partículas en suspensión dispersan la luz, disminuyen la actividad fotosintética en plantas y algas, que contribuye a bajar más la concentración de oxígeno.

La turbidez se mide en NTU: Unidades Nefelométricas de Turbidez. El instrumento usado para su medida es el nefelómetro o turbidímetro, que mide la intensidad de la luz dispersada a 90 grados cuando un rayo de luz pasa a través de una muestra de agua.

2.1.13.1.3 Temperatura

La determinación exacta de la temperatura es importante para diferentes procesos de tratamiento y análisis de laboratorio, puesto que, por ejemplo, el grado de saturación de OD, la actividad biológica y el valor de saturación con carbonato de calcio se relacionan con la temperatura (Romero J. A., 2002).

Para obtener buenos resultados, la temperatura debe tomarse en el sitio de muestreo. Normalmente, la determinación de la temperatura puede hacerse con un termómetro de mercurio de buena calidad. El termómetro debe sumergirse en agua, preferiblemente con el agua en movimiento, y efectuar la lectura después de un lapso suficiente que permita la estabilización del nivel del mercurio. Como el mercurio es venenoso, hay que prevenir cualquier posible rotura del termómetro en agua utilizada para consumo.

2.1.13.1.4 Conductividad

La conductividad del agua es una expresión numérica de su habilidad para transportar una corriente eléctrica, que depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la cual se haga la determinación. Por tanto, cualquier cambio en la cantidad de sustancias disueltas, en la movilidad de los iones disueltos y en su valencia, implica un cambio en la conductividad. Por esta razón, el valor de la conductividad se usa mucho en análisis de aguas para obtener un estimativo rápido del contenido de los sólidos disueltos (Romero J. A., 2002).

2.1.13.1.5 pH

El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones hidronio [H_3O^+] presentes en determinadas sustancias. La sigla significa "potencial de hidrógeno", el término "pH" se ha utilizado universalmente por lo práctico que resulta para evitar el manejo de cifras largas y complejas. En disoluciones diluidas, en lugar de utilizar la actividad del ion hidrógeno, se le puede aproximar empleando la concentración molar del ion hidrógeno (González, 2011).

Los números a partir del 0 al 7 en la escala indican las soluciones ácidas, y 7 a 14 indican soluciones alcalinas. Cuanto más ácida es una sustancia, más cercano su pH estará a 0; cuanto más alcalina es una sustancia, más cercano su pH estará a 14.

Algunas soluciones no son ni altamente ácidas ni altamente alcalinas sino que están más cercanas al punto neutro, $\text{pH}=7$ que es el pH de la solución del agua del grifo. Cuando el pH está entre 6.5 y 8.5 es favorable para la vida acuática en su hábitat. El pH del agua varía según factores como: el tipo de sustrato (suelo), cantidad de plantas y peces, etc. Hay rocas que pueden alcalinizar el agua excesivamente (González, 2011).

2.1.13.1.6 Sólidos

Se clasifica toda la materia, excepto el agua contenida en los materiales líquidos, como materia sólida. En ingeniería sanitaria es necesario medir la cantidad del material sólido contenido en una gran variedad de sustancias líquidas y semilíquidas que van desde aguas potables hasta aguas contaminadas, aguas residuales, residuos industriales y lodos producidos en los procesos de tratamiento.

Sólidos totales. Se define como sólidos la materia que permanece como residuo después de evaporación y secado a 103°C . El valor de los sólidos totales incluye material disuelto y no disuelto (sólidos suspendidos).

Sólidos disueltos. (O residuo filtrable). Son determinados directamente o por diferencia entre los sólidos totales y los sólidos suspendidos.

Sólidos suspendidos. (Residuo no filtrable o material no disuelto). Son determinados por filtración a través de un filtro de asbesto o de fibra de vidrio, en un crisol gooch previamente pesado.

Sólidos volátiles y sólidos fijos. Esta determinación se suele hacer en aguas residuales y lodos con el fin de obtener una medida de la cantidad de materia orgánica presente.

Sólidos sedimentables. La denominación se amplía a los sólidos en suspensión que se sedimentaran, en condiciones tranquilas, por acción de la gravedad.

En aguas residuales, la determinación de sólidos totales es ordinariamente de poco valor, ya que es difícil interpretar su significado en forma real y exacta. La determinación de

sólidos suspendidos totales y sólidos suspendidos volátiles es importante para evaluar la concentración o “fuerza” de aguas residuales y para determinar la eficiencia de las unidades de tratamiento. En plantas de lodos activos, estas determinaciones se usan para controlar el proceso y como factores de diseño de unidades de tratamiento biológico secundario (Carrera, 2001).

La determinación de sólidos sedimentables es básica para establecer la necesidad del diseño de tanque de sedimentación como unidades de tratamiento y para controlar su eficiencia (Romero J. A., 2002).

2.1.13.2 Características Químicas del Agua.

2.1.13.2.1 Cloruros

Los cloruros son una de las sales que están presentes en mayor cantidad en todas las fuentes de abastecimiento de agua y de drenaje. El sabor salado del agua, producido por los cloruros, es variable y dependiente de la composición química del agua, cuando el cloruro está en forma de cloruro de sodio, el sabor salado es detectable a una concentración de 250 ppm de NaCl. Cuando el cloruro está presente como una sal de calcio ó de magnesio, el típico sabor salado de los cloruros puede estar ausente aún a concentraciones de 1000 ppm (García L. F., 2009).

Un alto contenido de cloruros en el agua para uso industrial, puede causar corrosión en las tuberías metálicas y en las estructuras, las mediciones de cloruros en el agua son útiles también, en el agua utilizada para el riego de cultivos, en el agua utilizada con fines industriales y fundamentalmente, como “*indicador*” o “*trazador*”, en las evaluaciones de contaminación de aguas.

2.1.13.2.2 Alcalinidad

La alcalinidad es la medida de la capacidad del agua para neutralizar los ácidos. Los componentes alcalinos en el agua como los bicarbonatos, carbonatos y los hidróxidos remueven iones de H⁺ y reducen la acidez del agua la cual (incrementa el pH). Hacen esto combinando iones de H⁺ para hacer nuevos componentes. Sin esta capacidad de neutralizar la acidez cualquier ácido añadido al río podría inmediatamente cambiar el pH.

Es importante medir la alcalinidad para determinar la habilidad del río para neutralizar la contaminación ácida del aire y de las aguas residuales. La alcalinidad es una de las mejores medidas de la sensibilidad de los ríos a ingresos de ácidos (Romero J. A., 2002).

La alcalinidad en los ríos está influenciada por las rocas, el suelo, sales, y ciertas descargas industriales. La alcalinidad total se mide calculando la cantidad de ácido necesario para llevar una muestra a pH 4.2. A este pH todos los componentes alcalinos de la muestra son “usados”. El resultado es reportado como ppm o mg/L de Carbonato de calcio (CaCO₃).

2.1.13.2.3 Dureza

Se denomina dureza del agua a la concentración de compuestos minerales de cationes polivalentes (principalmente divalentes y específicamente los alcalinotérreos) que hay en una determinada cantidad de agua, en particular sales de magnesio y calcio. Son éstas las causantes de la dureza del agua y el grado de dureza es directamente proporcional a la concentración de sales de esos metales alcalinotérreos (Rodríguez, 2010).

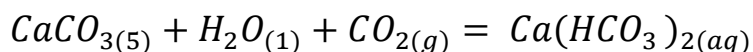
Se expresa normalmente como cantidad equivalente de carbonato de calcio (aunque propiamente esta sal no se encuentre en el agua) y se calcula, genéricamente, a partir de la suma de las concentraciones de calcio y magnesio existentes (miligramos) por cada litro de agua. Estos minerales tienen su origen en las formaciones rocosas calcáreas, y pueden ser encontrados, en mayor o menor grado, en la mayoría de las aguas naturales.

Tipos de dureza

En la dureza total del agua podemos hacer una distinción entre dureza temporal (o de carbonatos) y dureza permanente (o de no-carbonatos) generalmente de sulfatos y cloruros.

- **Dureza temporal**

La dureza temporal se produce a partir de la disolución de carbonatos en forma de hidrógeno carbonatos (bicarbonatos) y puede ser eliminada al hervir el agua o por la adición del hidróxido de calcio (Ca (OH)₂).



El carbonato de calcio es menos soluble en agua caliente que en agua fría, así que hervir (que contribuye a la formación de carbonato) se precipitará el bicarbonato de calcio fuera de la solución, dejando el agua menos dura. Los carbonatos pueden precipitar cuando la concentración de ácido carbónico disminuye, con lo que la dureza temporal disminuye, y si el ácido carbónico aumenta puede aumentar la solubilidad de fuentes de carbonatos, como piedras calizas, con lo que la dureza temporal aumenta. Todo esto está en relación con el pH de equilibrio de la calcita y con la alcalinidad de los carbonatos. Este proceso de disolución y precipitación es el que provoca las formaciones de estalagmitas y estalactitas.

- **Dureza permanente**

Esta dureza no puede ser eliminada al hervir el agua, es usualmente causada por la presencia de sulfatos y/o cloruros de calcio y de magnesio en el agua, sales que son más solubles mientras sube la temperatura hasta cierta temperatura luego la solubilidad disminuye conforme aumenta la temperatura (Rodríguez, 2010).

2.1.13.2.4 Grupo nitrógeno

Los nitratos son una forma de nitrógeno que se encuentra en diferentes formas en los ecosistemas terrestres y acuáticos. Las diferentes formas presentes son amonio (NH_3), nitratos (NO_3) y nitritos (NO_2). Los nitratos (NO_3) son esenciales para las plantas, pero cuando entran en exceso a los ecosistemas acuáticos pueden provocar serios problemas. El exceso de nitratos junto con el fósforo puede acelerar la eutrofización, provocando el crecimiento excesivo de plantas, que a la vez afectan a los animales que viven en los ríos. Además, el exceso de nitratos afecta el oxígeno disuelto en el agua, la temperatura y otros parámetros. El exceso de nitratos puede provocar hipoxia (bajos niveles de oxígeno disuelto), y puede ser tóxico para animales cuando las concentraciones son mayores a 10mg/l. Las fuentes de nitratos son las plantas de tratamiento de aguas servidas, la escorrentía de campos de cultivos, las fallas de los pozos sépticos, y descargas industriales (Romero J. A., 2002).

2.1.13.2.5 Cromo

El cromo se genera de forma natural, se encuentra en rocas, tierra y polvo y gases volcánicos y puede producirse en diversos estados de oxidación. Mientras que las formas

trivalentes predominan en organismos vivos, el cromo hexavalente (Cr_6+) y el cromo (Cr_0) son formas producidas normalmente por procesos industriales. El cromo trivalente (Cr_3+) es un elemento residual necesario para mantener un buen estado de salud, ya que ayuda al cuerpo a utilizar el azúcar, la grasa y las proteínas. El cromo hexavalente se convierte en cromo trivalente dentro del cuerpo. El cromo hexavalente del medio ambiente suele ser el resultado de aplicaciones como la fabricación de productos químicos, textiles y de cuero, además de la pintura para electrodeposición.

- Usos industriales

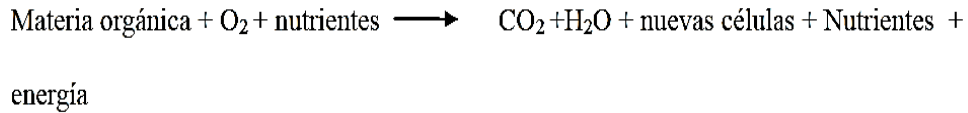
El cromo hexavalente se utiliza en el cromado, la fabricación de colorantes y pigmentos, el curtido del cuero y la conservación de la madera. El cromo hexavalente también se puede encontrar en algunos componentes de equipos eléctricos, como piezas recubiertas de cinc, placas de circuitos y tubos de rayos catódicos.

- Exposición y efectos potencialmente adversos para la salud

Normalmente, la exposición al cromo hexavalente puede producirse a través de la inhalación, el contacto con la piel o la ingestión. Para la gente en general, la comida es la principal fuente de exposición, así como el humo del tabaco. La exposición también puede producirse en la industria textil y del acero al respirar el aire contaminado del lugar de trabajo. Las reacciones alérgicas y lesiones cutáneas se han producido en función de la exposición de la piel y la inhalación de altas concentraciones de cromo hexavalente ha causado una grave irritación del tracto respiratorio superior. El cáncer de tracto respiratorio también se ha relacionado con la sobreexposición a cromo hexavalente por inhalación. Otros efectos potenciales para la salud son las lesiones hepáticas y renales. Los efectos potenciales del cromo hexavalente varían principalmente según las especies y la cantidad absorbida en la sangre, la duración y los factores de exposición (Jiménez A. A., 2000).

2.1.13.2.6 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

La oxidación microbiana o mineralización de la materia orgánica es una de las principales reacciones que ocurren en los cuerpos naturales de agua y constituye una de las demandas de oxígeno, ejercida por los microorganismos heterotróficos, que hay que cuantificar.



Uno de los ensayos más importantes para determinar la concentración de la materia orgánica de aguas residuales es el ensayo de la DBO a cinco días. Esencialmente, la DBO es una medida de cantidad de oxígeno utilizada por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable, en condiciones aeróbicas, en un período de cinco días y a 20°C. En aguas residuales domésticas, el valor de la DBO a cinco días representa en promedio un 65 a 70% del total de materia orgánica oxidable (Jiménez A. A., 2000).

2.1.13.2.7 Demanda química de oxígeno (DQO)

La demanda química de oxígeno es un parámetro analítico de polución que mide el material orgánico contenido en una muestra líquida mediante oxidación química. La determinación de DQO es una medida de la cantidad de oxígeno consumido por la porción de materia orgánica existente en la muestra y oxidable por un agente químico oxidante fuerte. Específicamente, representa el contenido orgánico total de la muestra, oxidable por bicromato de solución ácida. El ensayo tiene la ventaja de ser más rápido que el de DBO y no está sujeto a tantas variables como las que pueden presentarse en el ensayo biológico. Todos los compuestos orgánicos, con unas pocas excepciones, pueden ser oxidados a CO₂ y aguas mediante la acción de agentes oxidantes fuertes, en condiciones ácidas (Jiménez A. A., 2000).

El valor de DQO se usa extensivamente en el análisis de aguas residuales; junto con el valor de DBO, permite determinar las condiciones de biodegradabilidad y el contenido de sustancias tóxicas de la muestra, así como la eficiencia de las unidades de tratamiento.

2.1.13.3 Bacteriología del Agua

Todo organismo debe encontrar en su medio ambiente las unidades estructurales y las fuentes de energía necesarias para formar y mantener su estructura y organización. Dichos materiales son llamados nutrientes. Casi todos los organismos vivos requieren los siguientes nutrientes:

- Fuente de carbono
- Fuente de energía
- Fuente de nitrógeno
- Agua
- Fuente mineral

El término facultativo se aplica a aquellos organismos que tienen capacidad de vivir bajo más de un conjunto específico de condiciones ambientales así, por ejemplo, facultativos anaeróbicos son aquellos microorganismos que pueden sobrevivir tanto en presencia como en ausencia de oxígeno libre (Jiménez B. E., 2010).

Desde otro punto de vista, se conoce como bacterias saprofita aquella que vive a expensas de materia orgánica muerta y como parásito aquel organismo que vive a expensas de otro (huésped) del cual obtiene sus nutrientes. Entre los parásitos se distinguen a los patógenos, que son aquellos que producen enfermedad. Morfológicamente, los microorganismos tienen ocurrencia muy variable, con todo, es muy común encontrar en bacterias las formas esféricas, cilíndricas y espiral.

Además, algunos organismos requieren ciertos factores accesorios de crecimiento, tales como vitaminas y aminoácidos. Con base a sus requerimientos nutricionales, es común clasificar los organismos como se indica en la tabla 2-13.

Tabla 2-13. Requerimientos Nutricionales de los Microorganismos. (Romero, J, 2009)

	Autótrofos		Heterotróficos
	Fotosintéticos	Quimio sintéticos	
Fuente de carbono	CO ₂	CO ₂	Carbohidratos, ácidos orgánicos, cetonas, aldehídos, parafinas, compuestos orgánicos
Fuente de energía	Luz solar	Compuestos inorgánicos oxidables	Compuestos orgánicos, carbohidratos, ácidos orgánicos, cetonas, aldehídos, parafinas.
Fuente de nitrógeno	NH ₃ NO ₃ NO ₂ N ₂ N org. N inorg		
Fuente mineral	Na, K, Mg, Ca, Fe, Mn, Cu, Co, Mo, Zn, P, S		

Agua		
Factores accesorios de crecimiento	Ninguno	Tal vez

2.1.13.3.1 Microbiología del agua

El agua contiene suficientes sustancias nutritivas para permitir el desarrollo de diferentes microorganismos. Muchas de las bacterias del agua provienen del contacto del aire, el suelo, animales o plantas vivas o en descomposición, fuentes minerales y materia fecal (Jiménez B. E., 2010).

La transmisión de organismos patógenos a través del agua ha sido la fuente más grave de epidemia de algunas enfermedades. Entre las enfermedades más conocidas (tablas 2-14, 2-15, 2-16) cuyos gérmenes pueden ser transmitidos por el agua están las siguientes.

Tabla 2-14. Enfermedades de origen bacterial por consumo de agua contaminada. (Romero. J, 2009)

Enfermedades por consumo de agua contaminada	
Fiebre tifoidea	Salmonella typhi
Fiebre paratifoidea	Salmonella paratyphi
Salmonelosis	Salmonella spp
Cólera	Vibrio cholerae
Tularemia	Brucellatularensis
Disentería bacilar	Shigellaspp
Gastroenteritis	Salmonella spp, Eschericha coli
Enfermedad de weil	Leptospiraicterohaemorrhagiae
Infecciones del oído	Pseudomonaaeruginosa
Legionelosis	Legionellasspp

Tabla 2-15. Enfermedades producidas por protozoos patógenos presentes en agua. (Romero. J, 2009)

Enfermedades por consumo de agua contaminada	
Disentería amibiana	Entamoebahistolytica
Giardiasis	Giardialambia

Meningoencefalitis	Naegleriagruberi
Criptosporidiosis	Cryptosporidiumparvum
Infecciones en los ojos	Acanthamoeba
Gastroenteritis	Cyclospora
Gastroenteritis	Microspora
Toxoplasmosis	Toxoplasma gondii

Tabla 2-16. Virus asociados con el agua. (Romero, J, 2009)

Enfermedades virales por consumo humano de agua contaminada
Gastroenteritis viral
Diarrea viral
Hepatitis infecciosa
Virus de polio (tres tipos)
Virus adeno (32 tipos)
Virus echo (34 tipos)
Virus Coxsackie, grupo A (26 tipos)

2.1.13.3.1.1.1 Examen bacteriológico del agua

El examen bacteriológico del agua usualmente involucra dos ensayos; la estimación del número de bacterias de acuerdo con el conteo total en placa y la determinación, más significativa, de la presencia o ausencia de miembros del grupo coliforme (Jiménez B. E., 2010).

2.1.13.3.1.1.2 Grupo coliforme

El grupo coliforme incluye las bacterias de forma bacilar, aeróbicas, y facultativas anaeróbicas, Gram-negativas, no formadoras de esporas, las cuales fermentan la lactosa con formación de gas en un período de 48 horas a 35°C (o 37°C). El número de organismos Coliformes en los excrementos humanos es muy grande; la secreción diaria por habitante varía entre 125×10^9 y 400×10^9 . Su presencia en el agua se considera un índice evidente de la ocurrencia de polución fecal y, por tanto, de contaminación con

organismos patógenos. En aguas residuales la relación de organismos Coliformes con organismos entéricos patógenos es muy grande, del orden de $10^6/1$.

La *Escherichia coli* es la bacteria indicadora por excelencia del grupo coliforme fecal, debido a una permanencia en la flora intestinal del hombre y de los animales de sangre caliente; es gram negativa, facultativa anaerobia, de forma bacilar, de 0,5 a $2\mu\text{m}$ de tamaño. La mayoría de los miembros de la especie *E. coli* son comensalistas inocuos, pero algunas cepas son patógenas. La *E. coli* patógena causa diarrea, especialmente en niños y en viajeros. Existen seis grupos de *E. coli* enteropatógenas, pero las cuatro más importantes asociados con contaminación del agua son: *E. coli enteropatógena*, *E. coli enterotoxigénica*, *E. coli enteroinvasiva* y *E. coli enterohemorrágica*.

2.1.13.3.1.2 Índice Biótico para zonas Andinas (ABI)

Los índices bióticos basados en la tolerancia de los macroinvertebrados a la contaminación han sido ampliamente utilizados para evaluar la calidad del agua de los ríos. Debido a la creciente presión humana sobre los ecosistemas acuáticos en los Andes, con áreas densamente pobladas, hay necesidad de métodos, efectivos y económicos, para evaluar el impacto de las actividades humanas en estas zonas (Ríos, 2014).

Dadas las características ecológicas y geográficas únicas de los Andes, los índices de macroinvertebrados utilizados en otras regiones deben adaptarse con cautela. Aquí se presenta una revisión de la literatura sobre distribución de las familias de macroinvertebrados y la tolerancia a la contaminación en las zonas andinas por encima de 2000msnm. Usando estos datos, se propone un Índice Biológico Andino (ABI), que se basa en el índice de BMWP (desarrollado en el Reino Unido).

En general, ABI incluye un menor número de familias de macroinvertebrados que en otras regiones del mundo donde se ha aplicado el índice BMWP porque la altitud restringe la distribución de varias de ellas. Nuestra revisión muestra que la tolerancia de varias familias a la contaminación en los ríos alto andinos difiere de lo reportado en otras áreas. Probamos el índice ABI en dos cuencas en Ecuador y Perú, y comparamos con otras adaptaciones BMWP utilizando el enfoque de condición de referencia.

Los resultados muestran que el índice de ABI es extremadamente útil para detectar el deterioro general de los ríos, pero que los límites entre las clases de calidad deben ser definidos independientemente para cada cuenca debido a que las condiciones de referencia pueden ser diferentes. El ABI es ampliamente utilizado en Ecuador y Perú, y es parte integral del nuevo índice milimétrico diseñado para ríos alto andinos.

2.1.13.3.1.3 Índice Biótico ETP

Los macroinvertebrados son considerados un eslabón importante en la cadena trófica, especialmente para peces. Un alto número de invertebrados se alimentan de algas y bacterias, las cuales se encuentran en la parte baja de la cadena alimentaria. Algunos deshacen hojas y se las comen mientras otros comen materia orgánica presente en el agua.

Debido a la abundancia de los macroinvertebrados bénticos, en la cadena alimentaria acuática, ellos juegan un papel crítico en el flujo natural de energía y nutrientes. Al morir los macroinvertebrados bénticos, se descomponen dejando atrás nutrientes que son aprovechados por plantas acuáticas y otros organismos que pertenecen a la cadena.

Descripción de los principales órdenes de macroinvertebrados comunes son descritos a continuación (Roldan, 1988):

a) Ephemeroptera

Las ninfas de Ephemeroptera viven por lo regular en aguas corrientes, limpias y bien oxigenadas; sólo algunas especies parecen resistir cierto grado de contaminación. En general se consideran indicadores de buena calidad del agua.

b) Plecoptera

Las ninfas de los Plecóptera viven en aguas rápidas, bien oxigenadas, debajo de piedras, troncos, ramas y hojas. Se ha observado en ciertos casos que son especialmente abundantes en riachuelos con fondo pedregoso, de corrientes rápidas y muy limpias situadas alrededor de los 2000m de altura. Son, por tanto, indicadores de aguas muy limpias y oligotróficas.

c) Trichoptera

En los ambientes acuáticos especialmente ríos y quebradas, los Trichoptera juegan un papel importante, tanto en las cadenas alimentarias como el reciclaje de nutrientes. Debido a su gran diversidad y el hecho de que las larvas poseen distintos ámbitos de tolerancia y según la familia o el género al que pertenecen, son muy útiles como bioindicadores de calidad de agua y la salud del ecosistema.

d) Coleoptera

La mayoría de Coleoptera acuáticos viven en aguas continentales lóxicas y lénticas. En las zonas lóxicas los sustratos más representativos son troncos y hojas en descomposición, grava, piedras, arena y la vegetación sumergida y emergente. Las zonas más ricas son las aguas someras en donde la velocidad de la corriente no es fuerte, aguas limpias, con concentraciones de oxígeno alto y temperaturas medias.

e) Odonata

Los Odonata viven en pozos, pantanos, márgenes de lagos y corrientes lentas y poco profundas, por lo regular, rodeados de abundante vegetación acuática sumergida o emergente. Viven en aguas limpias o ligeramente eutrofizadas.

Ventajas del uso de macroinvertebrados acuáticos, según Roldán (2003) las razones por las cuales se consideran los macroinvertebrados como los mejores indicadores de calidad de agua son las siguientes:

1. Son abundantes, de amplia distribución y relativamente fáciles de recolectar
2. Son sedentarios en su mayoría, por tanto, reflejan las condiciones locales
3. Relativamente fáciles de identificar, si se comparan con otros grupos, como las bacterias y virus entre otros
4. Presentan los efectos de las variaciones ambientales de corto tiempo
5. Proporcionan información para integrar efectos acumulativos
6. Poseen ciclos de vida largos
7. Son apreciables a simple vista
8. Se pueden cultivar en el laboratorio
9. Responden rápidamente a los tensores ambientales
10. Varían poco genéticamente

Este índice toma en cuenta a los individuos de las familias que se encontraron en el muestreo, se inicia sumando a los individuos de los órdenes: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera para luego dividir a la suma de todos los individuos de los órdenes encontrados, a esto se multiplica por 100 de esa manera dará el resultado final en términos de porcentaje. Para la aplicación del índice EPT se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{EPT (\%)} = (\sum(E+P+T) / \sum(\text{Total de individuos})) * 100$$

2.1.13.4 Macroinvertebrados.

El término macroinvertebrados acuáticos, se emplea como una abstracción que incluye a aquellos animales invertebrados, que, por su tamaño relativamente grande, son retenidos por redes de luz de malla, miden entre 2mm y 30 cm y viven en lugares con agua dulce: esteros, ríos, lagos y lagunas. En su gran mayoría (alrededor del 80 %) corresponden a grandes grupos de artrópodos¹, dentro de estos los insectos, en especial sus formas larvianas son los más abundantes (Domínguez, 2006).

Los macroinvertebrados son los organismos que han sido utilizados con mayor frecuencia en los estudios relacionados con la contaminación de los ríos, como indicador de las condiciones ecológicas o de la calidad del agua, debidos a que:

- Son razonablemente sedentarios, ya que debido a su escasa capacidad de movimiento, están directamente afectados por las sustancias vertidas en las aguas.
- Tienen un ciclo de vida largo en comparación con otros organismos, lo que nos permite estudiar los cambios acontecidos durante largos períodos de tiempo.
- Abarcan en su conjunto un amplio espectro ecológico.
- Tienen un tamaño aceptable frente a otros microorganismos.

Las respuestas de las comunidades acuáticas a las perturbaciones ambientales son útiles para evaluar el impacto de los distintos tipos de contaminación, residuos municipales, agrícolas, industriales e impactos de otros usos del suelo sobre los cursos de aguas superficiales.

Estos animales proporcionan excelentes señales sobre la calidad del agua, y, al usarlos en el monitoreo, se puede entender claramente el estado en que ésta se encuentra: algunos de ellos requieren agua de buena calidad para sobrevivir; otros, en cambio, resisten, crecen y abundan cuando hay contaminación. Por ejemplo, las moscas de piedra sólo viven en agua muy limpia y desaparecen cuando el agua está contaminada. No sucede así con algunas larvas o gusanos de otras moscas que resisten la contaminación y abundan en agua sucia. Estos animales, al crecer, se transforman en moscas que provocan enfermedades como la malaria, el paludismo o el mal de chagas. Incluyen larvas de insectos como mosquitos, caballitos del diablo, libélulas o helicópteros, chinches o chicaposos, perros de agua o moscas de aliso (Carrera, 2001).

Inician su vida en el agua y luego se convierten en insectos de vida terrestre. Además de los insectos, otros macroinvertebrados son: caracoles, conchas, cangrejos azules, camarones de río o minchillas, plananas, lombrices de agua, ácaros de agua y sanguijuelas o chupa-sangres. Se multiplican en grandes cantidades, se pueden encontrar miles en un metro cuadrado. Son parte importante en la alimentación de los peces.

Los macroinvertebrados pueden alimentarse de:

- Plantas acuáticas, restos de otras plantas y algas,
- Otros invertebrados y peces,
- Restos de comida en descomposición y elementos nutritivos del suelo,
- Animales en descomposición
- Elementos nutritivos del agua; y,
- Sangre de otros animales.

Tienen muchas formas; así, las conchas son redondeadas, los escarabajos son ovalados, las lombrices son alargadas y los caracoles tienen forma de espiral. Algunos tienen muchas patas, por ejemplo, los camarones tienen 10, los ácaros ocho y los chicaposos seis. Otros no tienen patas, como las larvas de mosca.

Casi todos los macroinvertebrados tienen colores parecidos al sitio donde viven. Por ejemplo, las conchas tienen colores oscuros, como el lodo que las rodea; las moscas de piedra son café amarillento, como las piedras cercanas.

2.1.13.4.1 Macroinvertebrados Acuáticos

2.1.13.4.1.1 Tipo de Hábitats Acuáticos.

Unos viven adheridos a la superficie de rocas, pequeñas piedras, troncos sumergidos o restos de vegetación, otros habitan en las orillas, adheridos a vegetación adherente o sumergida. Unos viven sobre la superficie del agua en tanto que otros nadan en ella como los peces. Otros se entierran en sustratos arenosos, fangosos o pedregosos. Unos prefieren corrientes rápidas, en tanto que otros lo hacen en aguas quietas o remansos de los ríos. La fauna acuática que se encuentra en remansos es, por tanto muy diferente a las de corrientes, así como lo es la de los fondos lodosos, pedregosos o en zonas ribereñas (Carrera, 2001).

Los macroinvertebrados pueden vivir:

- En hojas flotantes y en sus restos,
- En troncos caídos y en descomposición,
- En el lodo o en la arena del fondo del río,
- Sobre o debajo de las piedras,
- Donde el agua es más correntosa y
- En lagunas, lagos, aguas estancadas, pozas y charcos.

Por ello es básico que cuando se realicen estudios para evaluar la calidad del agua, estos deban considerar todos los posibles hábitats presentes en el área de muestreo. Los ecosistemas loticos se refieren a los ríos, quebradas y arroyos donde las corrientes rápidas juegan un papel muy importante en la distribución de macro invertebrados. Los organismos aquí presentes, por lo regular tienen adaptaciones corporales como ganchos, ventosas y cuerpos aplanados para resistir la velocidad de la corriente.

Los ecosistemas Lenticos son aquellos de aguas quietas o encantadas como lagos, lagunas, embalses. Los remansos de los ríos y quebradas se comportan en general como hábitats Lenticos dependiendo de la geomorfología del cauce. Estos ecosistemas por lo general presentan abundante vegetación ribereña y sumergida, lo que ofrece un variado hábitat para gran número de organismos, siendo más frecuentes los hemípteros, odonatos y coleópteros que ciertos dípteros, moluscos y cangrejos (Medina, 2011).

La zona profunda de los lagos por lo regular ofrece condiciones estresantes por la falta de oxígeno y por la acumulación de gases tóxicos; por eso la fauna que allí se encuentra en la mayoría de los casos es poco variada, pero los individuos presentes pueden ser abundantes.

La zona limnética (figura 2-8) se refiere a la región de aguas abiertas, alejada de la orilla y que puede observarse en los grandes ríos. Allí la fauna de macro invertebrados es prácticamente inexistente o se reduce a unos pocos individuos adaptados para nadar en la superficie.

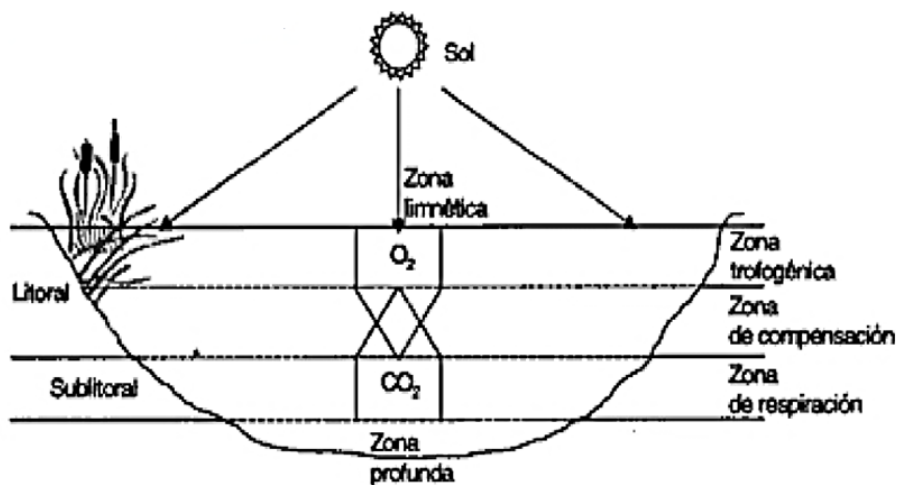


Figura 2-8. Zonación de un ecosistema acuático lenticó. (Medina, 2011).

2.1.13.4.2 Modos de vida de los macroinvertebrados acuáticos.

Los macro invertebrados acuáticos pueden vivir en la superficie del agua, en el fondo o nadar libremente; de ahí que reciban diferentes nombres de acuerdo con este tipo de adaptación (Medina, 2011).

2.1.13.4.2.1 Neuston.

Se refiere a los organismos que viven sobre la superficie del agua caminando, patinando o brincando (figura 2-9). Sus uñas, sus patas y su exoesqueleto están recubiertos por una especie de cera que los hace impermeables, así que en vez de hundirse, doblan la superficie del agua venciendo la tensión superficial. Entre los representantes están las familias *Gerridae*, *Hidrometridae* y *Mesoveliidae*.

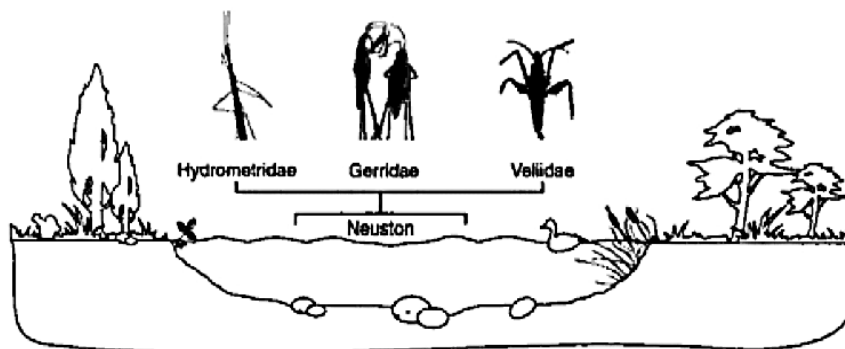


Figura 2-9. Macroinvertebrados presentes en el neuston en un ecosistema acuático. (Medina, 2011).

2.1.13.4.2.2 Bentos.

Se refiere a todos aquellos organismos que viven en el fondo de los ríos y lagos, adheridos a piedras, rocas, troncos, restos de vegetación y sustratos similares (figura 2-10). Los principales órdenes representantes son: Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera, Megaloptera y Díptera. También pueden encontrarse algunos enterrados en el fondo a varios centímetros de profundidad, como la familia Euthyplociidae *Ephemeroptera*. Otros, como la familia Blephariceridae *Díptera*, se adhieren fuertemente a rocas mediante un sistema de ventosas en el abdomen. Ciertas especies pertenecientes al orden Odonata se encuentran adheridas a vegetación acuática sumergida o emergente (Medina, 2011).

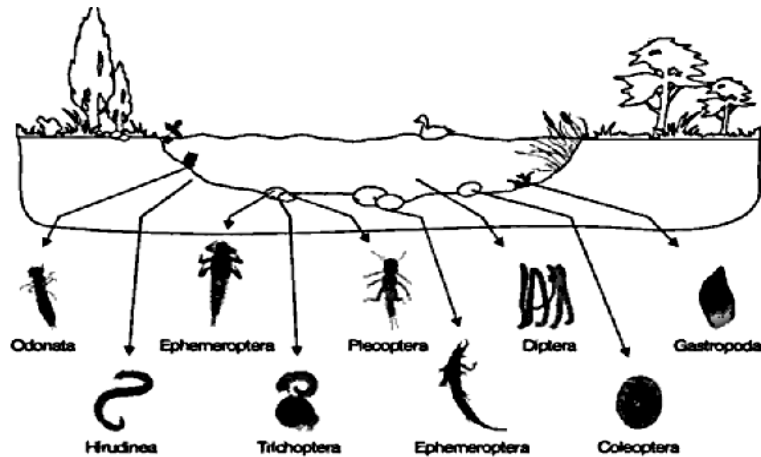


Figura 2-10. Macrobentos presentes del bentos de un ecosistema acuático. (Medina, 2011)

2.1.14 Índice de calidad de aguas Andean Biotic Index-Abi.

El ABI es un índice biótico que sirve para evaluar la calidad del agua y la integridad ecológica de ecosistemas acuáticos andinos.

Este índice se construye asignando valores numéricos entre 1 y 10 a cada familia registrada durante un muestreo, dependiendo de su nivel de tolerancia a la contaminación. En esta escala, el valor de 1 se asigna a las familias más tolerantes y el de 10 a las familias más sensibles. La suma de los puntajes de todas las familias encontradas en un sitio determinado equivale al puntaje ABI total, el cual es un indicador de la calidad de agua de dicho sitio.

La principal ventaja de utilizar el índice ABI es que permite utilizar a los macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua, a partir de información taxonómica a nivel de Familia y es específico para las zonas andinas (>2000 msnm). Además, la metodología requiere solo de datos cualitativos, (presencia o ausencia de familias), lo que hace de ella una alternativa económica, sencilla y que requiere de poca inversión de tiempo (Roldán, 2003).

De acuerdo a esta metodología se estableció los límites para cada rango de valoración de calidad de agua (tabla 2-17) obteniéndose el ABI de los puntos de muestreo, los rangos establecidos fueron los siguientes:

Tabla 2-17. Rangos de calidad de agua. ABI. Estudio actual del ecosistema páramo en Tungurahua (2015)

Calidad del agua	ABI Cuenca media del río Ambato
Muy buena	>84
Buena	73-84
Regular	56-72
Mala	<56

El cálculo del índice de calidad ABI se basa en sumar el puntaje que da el índice a cada una de las familias encontradas (tabla 2-18); esta metodología no toma en cuenta el número de individuos de las familias presentes. Las puntuaciones del Andean Biotic Index, para las familias de macroinvertebrados acuáticos de los Andes distribuidos desde los 2000 m s.n.m hasta el límite con las nieves perpetuas.

Tabla 2-18. Puntuación índice biótico ABI. Índice biótico ABI

Orden	Familia	Puntuación ABI	Orden	Familia	Puntuación ABI
Turbellaria		5	Lepidoptera	Pyralidae	4
Hirudinea		3	Coleoptera	Ptilodactylidae	5
Oligochaeta		1		Lampyridae	5
Gasteropoda	Ancylidae	1		Psephenidae	5
	Physidae	3		Scirtidae (Helodidae)	5
	Hydrobiidae	3		Staphylinidae	3
	Limnaeidae	3		Elmidae	5
	Planorbidae	3		Dryopidae	5
Bivalvia	Sphaeriidae	3		Gyrinidae	3
Amphipoda	Hyaellidae	6		Dytiscidae	3
Ostracoda		3		Hydrophilidae	3
Hydracarina		4		Hydraenidae	5
Ephemeroptera	Baetidae	4	Diptera	Blepharoceridae	10
	Leptophlebiidae	10		Simuliidae	5
	Leptohyphidae	7		Tabanidae	4
	Oligoneuridae	10		Tipulidae	5
Odonata	Aeshnidae	6		Limoniidae	4
	Gomphidae	8		Ceratopogonidae	4
	Libellulidae	6		Dixidae	4
	Coenagrionidae	6		Psychodidae	3
	Calopterygidae	8		Dolichopodidae	4
	Polythoridae	10		Stratiomyidae	4

Plecoptera	Perlidae	10	Empididae	4
Perlidae 10	Gripopterygidae	10	Chironomidae	2
Heteroptera	Veliidae	5	Muscidae	2
	Gerridae	5	Ephydriidae	2
	Corixidae	5	Athericidae	10
	Notonectidae	5	Syrphidae	1
	Belostomatidae	4	Trichoptera Xiphocentronidae	8
	Naucoridae	5	Hydrobiosidae	8
Trichoptera	Helicopsychidae	10	Glossosomatidae	7
	Calamoceratidae	10	Hydropsychidae	5
	Odontoceridae	10	Anomalopsychidae	10
	Leptoceridae	8	Philopotamidae	8
	Polycentropodidae	8	Limnephilidae	7
	Hydroptilidae	6		

2.1.15 Índice biológico BMWP de Colombia.

El índice Biological Monitoring Water Party BMWP de Colombia es el resultado de la adaptación a la presencia y dominancia de las familias descritas para ríos de las zonas templadas; fue establecido en Inglaterra en 1970 con la finalidad de conocer la calidad del agua de acuerdo a la tolerancia de los macroinvertebrados a la contaminación orgánica. El puntaje va de 1 a 10 y requiere llegar al nivel de familia, la suma del puntaje de cada familia da como resultado el valor del índice que tiene un significado de calidad. En base al conocimiento que se tiene de la fauna acuática en Colombia, adaptó el método para la zona de Antioquia, en donde propone utilizar el conocimiento de la fauna local de acuerdo a las exigencias de los macroinvertebrados encontrados en el BMWP definido para Inglaterra (Roldán 2002).

El Índice establece valores altos de puntajes para las familias conocidas como intolerantes y modifica los puntajes para aquellas familias que solo existen en la zona neotropical, adaptando de este modo el índice para Colombia. Los rangos de las clases definen la calidad del agua como se presenta en la tabla 2-19.

Tabla 2-19. Índice de Calidad BMWP: Colombia.

Clase	Calidad	BMWP/Col.	Significado	Color
I	Buena	>150, 101 – 120*	Aguas muy limpias a limpias	

II	Aceptable	61 – 100	Aguas ligeramente contaminadas	
III	Dudosa	36 – 60	Aguas moderadamente contaminadas	
IV	Crítica	16 – 35	Aguas muy contaminadas	
V	Muy crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	

La puntuación que este índice da a las familias de macrobentos (tabla 2-20) son las siguientes:

Tabla 2-20. Valores índice BMWP/Colombia

Valores del índice BMWP/Col		
Orden	Familia	BMWP/Col
Acarina		10
Coleoptera	Ptilodactylidae	10
Coleoptera	Lampyridae	10
Coleoptera	Psephenidae	10
Ephemeroptera	Oligoneuriidae	10
Odonata	Gomphidae	10
Plecoptera	Perlidae	10
Trichoptera	Calamoceratidae	10
Nematomorpha	Chordodidae	10
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	9
Trichoptera	Hydrobiosidae	9
Trichoptera	Philopotamidae	9
Trichoptera	Polycentropodidae	9
Diptera	Simulidae	8
Trichoptera	Helicopsychidae	8
Trichoptera	Hydropsychidae	8
Trichoptera	Leptoceridae	8
Coleoptera	Scirtidae	7
Diptera	Psychodidae	7
Ephemeroptera	Baetidae	7
Ephemeroptera	Leptohiphidae	7
Hemiptera	Naucoridae	7
Odonata	Calopterygidae	7
Odonata	Coenagrionidae	7
Trichoptera	Hydroptilidae	7
Turbellaria	Planaridae	7
Coleoptera	Elmidae ad.	6
Megaloptera	Corydalidae	6
Odonata	Libellulidae	6
Gastropoda	Planorbidae	5
Lepidoptera	Pyralidae	5
Diptera	Empididae	4
Gastropoda	Lymnaeidae	4
Coleoptera	Hydrophilidae	3

Diptera	Ceratopogonidae	3
Diptera	Tipulidae	3
Gastropoda	Physidae	3
Diptera	Chironomidae	2
Oligochaeta		1





2.1.16 Índice biológico ETP

Este índice evalúa principalmente a los grupos: Efemeropteros (E), Tricopteros (T) y Plecopteros (P); establece la relación entre la suma de los individuos de ETP y el número total de individuos determinados da el índice. Cuando el valor es mayor del 50% señala que la mayoría de los organismos son indicadores de aguas limpias y sensibles a los tensores ambientales (Carrera, 2001).

Mientras mayor es el valor del índice mejor calidad biológica tendrá el sistema. Este índice corresponde a un valor determinado por tres grupos taxonómicos muy sensibles a la contaminación y que por lo general son indicadores de aguas limpias.

La tabla 2-21 establece los rangos de calidad de agua ETP:

Tabla 2-21. Índice de calidad ETP

Rango ETP	Calidad	Color
75-100 %	Muy buena	
50-74 %	Buena	
25-49 %	Regular	
0-24 %	Mala	

La puntuación que este índice da a las familias de macrobentos (tabla 2-22) son las siguientes.

Tabla 2-22. Valores índice ETP. (Eco ciencia, 2001)

Valores del índice ETP		
Orden	Familia	Valor del índice
Acarina		10
Coleoptera	Ptilodactylidae	10
Coleoptera	Lampyridae	10
Coleoptera	Psephenidae	10
Ephemeroptera	Oligoneuriidae	10
Odonata	Gomphidae	10
Plecoptera	Perlidae	10
Trichoptera	Calamoceratidae	10

Nematomorpha	Chordodidae	10
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	9
Trichoptera	Hydrobiosidae	9
Trichoptera	Philopotamidae	9
Trichoptera	Polycentropodidae	9
Diptera	Simulidae	8
Trichoptera	Helicopsychidae	8
Trichoptera	Hydropsychidae	8
Trichoptera	Leptoceridae	8
Coleoptera	Scirtidae	7
Diptera	Psychodidae	7
Ephemeroptera	Baetidae	7
Ephemeroptera	Leptohiphidae	7
Hemiptera	Naucoridae	7
Odonata	Calopterygidae	7
Odonata	Coenagrionidae	7
Trichoptera	Hydroptilidae	7
Turbellaria	Planaridae	7
Coleoptera	Elmidae ad.	6
Megaloptera	Corydalidae	6
Odonata	Libellulidae	6
Gastropoda	Planorbidae	5
Lepidoptera	Pyralidae	5
Diptera	Empididae	4
Gastropoda	Lymnaeidae	4
Coleoptera	Hydrophilidae	3
Diptera	Ceratopogonidae	3
Diptera	Tipulidae	3
Gastropoda	Physidae	3
Diptera	Chironomidae	2
Oligochaeta		1

2.1.17 Tecnologías de información utilizadas

2.1.17.1 Sistemas de información geográfica (SIG)

Los S.I.G son una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñado para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión (Castaño, 2011).

En general, el SIG puede ser definido como una herramienta para recolectar, exhibir, manejar, analizar y producir datos espacialmente referenciados. Una capa de un mapa es un mapa geográfico en el cual cada ubicación está caracterizada por un solo tipo de dato (ej. suelos, elevación o vegetación). Los estratos de datos SIG pueden considerarse como

una pila de "mapas flotantes" con referencias espaciales comunes, lo que permite al usuario "mirar" hacia abajo y a través de los datos utilizando las capacidades de despliegue y análisis del SIG (Carrie, 2013).

2.1.17.2 Los SIG y el Manejo de Cuencas Hidrográficas.

Una de las aplicaciones prácticas está relacionada con la rehabilitación y manejo de cuencas, permite el análisis singular e integral de los recursos, subsistemas y la cuenca de manera integral. Esta herramienta permite apoyar y facilitar la realización de los diagnósticos, diseñar los planes de manejo, evaluar los avances en proceso de implementación y evaluar los impactos a largo plazo. La información biofísica y socioeconómica puede ser representada en forma espacial con su respectiva variabilidad temporal, de manera que aspectos específicos relacionados con el uso de la tierra, recursos hídricos, sistemas de extensión, accesibilidad, etc. se expresan en mapas y la interpretación cualitativa y cuantitativa sobre el manejo de los recursos naturales y el bienestar del hombre (Carrie, 2013).

2.1.18 Regiones naturales presentes en el área.

2.1.18.1 Ecosistemas del Ecuador

Un ecosistema, entendido de forma simple como un grupo de organismos que interactúan entre sí, y con su entorno físico Sierra (1999), engloba características fisonómicas y taxonómicas de la vegetación las cuales dictan en gran medida la composición faunística. Adicionalmente, este concepto incluye aspectos relacionados con la interacción entre los organismos y los factores abióticos como ciclos de materia y nutrientes, y dinámicas sucesionales. En consecuencia, la estructuración de un sistema de clasificación de ecosistemas debe ser un elemento clave para caracterizar la biodiversidad y un requisito previo para mapear sus patrones geográficos de variación (MAE, 2012).

En el Ecuador continental se distingue 62 ecosistemas para el Ecuador, para lo cual se ha utilizado criterios fisonómicos, ecológicos y florísticos en combinación con variables biogeográficas y bioclimáticas para definir ecosistemas.

Los ecosistemas de la cordillera Occidental en la Sierra Central son los siguientes:

Sector páramo

- Bosque siempre verde montano alto y montano alto superior de páramo
- Rosetal caulescente y herbazal montano alto y montano alto superior de páramo (frailejones)
- Herbazal bambusoide montano alto y montano alto superior de páramo
- Herbazal inundable montano alto y montano alto superior de páramo
- Herbazal montano alto y montano alto superior de páramo
- Herbazal y arbustal montano alto y montano alto superior de páramo
- Herbazal húmedo montano alto superior de páramo
- Arbustal siempreverde montano alto superior y subnival de páramo
- Herbazal húmedo subnival de páramo
- Herbazal ultrahúmedo subnival de páramo

Sector interandino y occidental

- Bosque siempreverde montano bajo de la cordillera occidental de los Andes
- Bosque siempreverde estacional montano bajo del norte - centro y sur de la cordillera occidental de los Andes
- Bosque siempreverde montano del norte - centro y sur de la cordillera occidental de los Andes
- Bosque siempreverde montano alto del norte - centro y sur de la cordillera occidental
- Bosque montano pluviestacional de la cordillera occidental
- Bosque y arbustal xérico interandino montano bajo de los valles interandinos
- Arbustal húmedo montano
- Matorral montano alto
- Matorral espinoso desértico montano bajo de los valles interandinos del Sur

- Rosetal saxícola montano interandino

2.1.18.2 Pisos Bioclimáticos y Pisos Altitudinales zona de estudio.

Según los estudios hechos por la Comunidad Andina de Naciones (CAN) en temas referentes a ecosistemas de los Andes Sudamericanos (tabla 2-23) identifica varios pisos bioclimáticos y pisos altitudinales.

Tabla 2-23. Correspondencia entre pisos bioclimáticos y pisos altitudinales, en relación con el rango altitudinal referencial. (CAN, 2009)

Piso Bioclimático (termotipos)	Piso Altitudinal	Pisos Altimétricos (referenciales m.sn.m)
Infratropical	Subandino y llanura	< 500- 800
Termotropical	Subandino (Basimontano)	Entre 500-800 y 1.800-1.900.
Mesotropical	Montano	1.800-1900 hasta 2.900- 3.200
Supratropical	Altimontano	2.900-3.200 hasta 3.900- 4.100
Orotropical	Altoandino	3.900-4.100 hasta 4.300- 4.600
Críorotropical	Subnival	4.300-4.600 hasta 4.800- 5.200
Gélido o atérmico	Nival	> 4.800-5.200

El Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), identifica o clasifica varios pisos altitudinales (tabla 2-24) como se describe a continuación:

Tabla 2-24. Pisos Altitudinales en el Ecuador. (MAE, 2012)

Piso altitudinal		Costa		Andes				Amazonia	
Nombre nacional	Nombre internacional	Norte	Sur	Cordillera Occidental norte	Cordillera Occidental sur	Cordillera Oriental norte	Cordillera Oriental sur	Norte	Sur
Tierras bajas	Basal	<300	<400	n/a	n/a	n/a	n/a	<500	n/a
Piromontano	Basimontano inferior	n/a	n/a	300-1300	400-1100	600-1200	700-1500	n/a	n/a
Montano bajo	Basimontano superior	n/a	n/a	1300-1900	1100-1800	1200-2000	1600-2200	n/a	n/a
Montano	Montano	n/a	n/a	1900-2800	1800-2600	2000-3000	2200-3000	n/a	n/a
Montano alto	Alimontano	n/a	n/a	2800-3500	2600-3400	3000-3700	3000-3400	n/a	n/a
Montano alto superior	Altiandino	n/a	n/a	3500-4300	3400-3800	3700-4300	>3400	n/a	n/a
Subnival	Subnival	n/a	n/a	4300-4600	n/a	4300-4500	n/a	n/a	n/a
Nival	Nival	n/a	n/a	>4800	n/a	>4500	n/a	n/a	n/a

Montano: Esta es la formación andina típica, tanto estructural como florísticamente. El ambiente físico es notablemente diferente, con temperaturas promedio menores que en las partes bajas y una constante condensación de niebla (Sierra, 2009).

Se encuentra sobre la faja montano bajo, en un rango altitudinal aproximado que va desde los 1.800 a los 3.000 m.s.n.m. en el norte de las estribaciones occidentales de los Andes, y de 1.500 a 2.900 m.s.n.m. en el sur.

Montano alto: Corresponde la franja final de la vegetación no herbácea. Su límite coincide con la distribución inferior de los páramos. Se encuentra sobre la faja montana en un rango altitudinal aproximado que va desde los 3.000 a 3.400 m.s.n.m. en el norte de las estribaciones occidentales de los Andes, de 2.900 a 3.300 m.s.n.m. en el sur.

Montano alto superior: se sitúa entre 3.500 - 4.300msnm. En la zona es característico el bosque nublado, además de la presencia de lluvia horizontal. Típicamente la humedad permanece en la atmósfera y resulta que la evapotranspiración casi nunca excede la pluviosidad.

2.2 Marco Legal.

El Marco Legal aplicable a la presente investigación, se refiere a la legislación y reglamentación nacional, sectorial y local, que en materia ambiental rige en el territorio ecuatoriano. Para citar de mejor manera las diferentes herramientas legales es necesario basarse el Régimen Jurídico Administrativo de la Legislación Ambiental del Ecuador que se estructura de la siguiente manera:

Legislación Transversal

- Constitución de la República
- Ley de Gestión Ambiental
- Código Civil
- Código Penal
- T.U.L.S.M.A

Legislación Sectorial: Calidad Ambiental

- Ley Orgánica de la Salud
- Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y Reglamentos
- Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización.
- T.U.L.S.M.A. Reforma Libro VI. Acuerdo Ministerial 061.
- Ordenanzas Municipales y Provinciales (PDOT)

Legislación Sectorial: Recursos Naturales

- Ley de Recursos Hídricos y Aprovechamiento del Agua.
- Ley de Desarrollo Agrario-Ley O. Régimen de la Soberanía Alimentaria.
- Ley de hidrocarburos
- Ley de Minería
- Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero
- Ley Forestal y de áreas naturales y vida Silvestre
- Ley de Propiedad Intelectual
- Ley de Turismo
- T.U.L.S.M.A. Libros III y V

Legislación Sectorial: Biodiversidad

- Ley Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre, reglamento y Normativa.
- Ley para la Preservación de zonas de Reservas y Parques Nacionales.
- Ley que protege la Biodiversidad en el Ecuador.
- T.U.L.S.M.A. Libros III, IV, VII

2.2.1 Legislación Transversal

2.2.1.1 Constitución Política del Ecuador

El análisis legal debe iniciar con la Constitución Política del Ecuador, ya que ésta constituye el instrumento más importante en términos declarativos a nivel legal, institucional y de políticas para nuestro país. En este contexto, se van a analizar aquellas normas constitucionales cuyo contenido y aplicación tienen influencia directa, ya sea por su mandato o porque sus disposiciones podrían generar conflictos si no se toman en cuenta dentro del desarrollo del Plan de Manejo.

2.2.1.1.1 La Gestión Ambiental de los recursos hídricos desde el enfoque de los derechos.

Tabla 2-25. Gestión Ambiental desde el enfoque de los derechos

<i>TITULO II: de los Derechos del Buen Vivir</i>	
Capítulo II Agua y alimentación	Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.
Capítulo II Ambiente sano	Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, <i>sumak kawsay</i> . Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.
Capítulo VI Agua	Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.
<i>TITULO II: de los Derechos de la Naturaleza</i>	

<p>Capítulo VII Naturaleza y ambiente</p>	<p>Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.</p> <p>Art. 72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.</p> <p>Art. 74.- Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir. Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado.</p>
<p><i>Capítulo Segundo Biodiversidad y recursos naturales</i></p>	
<p>Sección primera Naturaleza y ambiente</p>	<p>Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras. 2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional. 3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

Fuente. 2-23. Constitución de la República del Ecuador 2008.

2.2.1.1.2 La Gestión Ambiental de los Recursos Hídricos desde el enfoque la Organización Territorial del Estado.

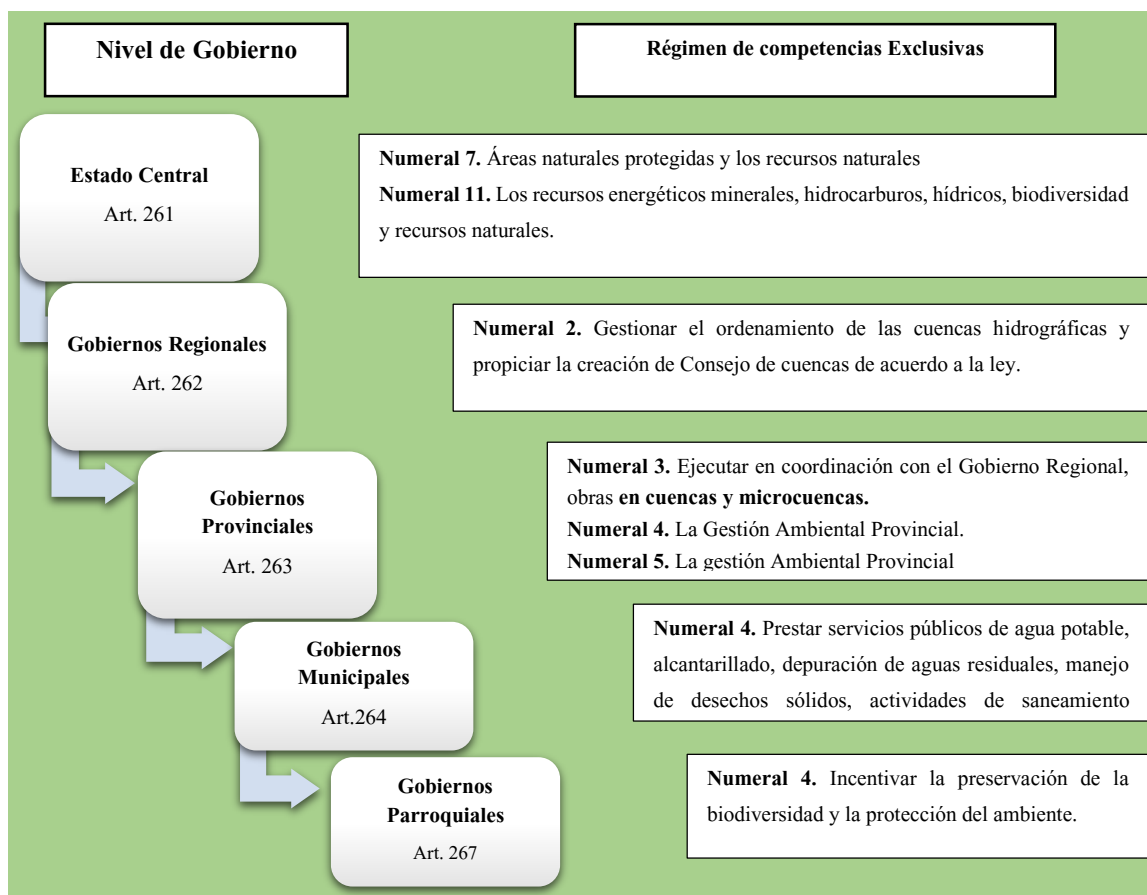


Ilustración 2-1. La gestión ambiental desde el enfoque del territorio.

2.2.1.2 Tratados Internacionales.

Tabla 2-26. Convenios Internacionales

1971. CONVENIO DE RAMSAR- IRÁN	
<p>Este Convenio fue suscrito en la ciudad de Ramsar el 2 de febrero de 1971 y entró en vigencia en 1975. Su finalidad es la de proteger los humedales o zonas húmedas del planeta y las especies de aves acuáticas en peligro de extinción.</p> <p>Para el Convenio, “son humedales las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros. El Ecuador es uno de los 160 países que han suscrito dicho convenio.</p>	
<p>El Plan Estratégico de Ramsar y los “tres pilares” de la Convención</p>	<p>a) Avanzar hacia el uso racional de sus humedales gracias a un amplio abanico de acciones y procesos que contribuyen al bienestar de los seres humanos mediante la gestión sostenible de los humedales, de la asignación del agua y</p>

	<p>del manejo de las cuencas hidrográficas, comprendida la aplicación de políticas nacionales de humedales;</p> <p>b) La armonización del marco legislativo y de los instrumentos financieros que afectan a los humedales; la realización de inventarios y de evaluaciones; la participación de los ciudadanos en la gestión de los humedales y el mantenimiento de sus valores culturales por las comunidades locales y los pueblos indígenas;</p> <p>c) El fomento de las actividades de comunicación, educación, concienciación y participación; y el aumento de la participación del sector privado;</p>
CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA	
<p>Este Convenio fue suscrito el 5 de junio de 1992 conforme lo acordado por la Convención de las Naciones Unidas del Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), llamada “Cumbre de la Tierra”, con el propósito de lograr la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios de la utilización de los recursos genéticos.</p>	
Artículo 1. Objetivos	<p>Los objetivos del presente Convenio, que se han de perseguir de conformidad con sus disposiciones pertinentes, son la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, mediante, entre otras cosas, un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta todos los derechos sobre esos recursos y a esas tecnologías, así como mediante una financiación apropiada.</p>
Artículo 2. Términos utilizados	<p>Por "<i>diversidad biológica</i>" se entiende la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.</p> <p>Por "<i>material genético</i>" se entiende todo material de origen vegetal, animal, microbiano o de otro tipo que contenga unidades funcionales de la herencia.</p>
Artículo 8. Conservación in situ	<p>a) Establecerá un sistema de áreas protegidas o áreas donde haya que tomar medidas especiales para conservar la diversidad biológica;</p> <p>f) Rehabilitará y restaurará ecosistemas degradados y promoverá la recuperación de especies amenazadas, entre otras cosas mediante la elaboración y la aplicación de planes u otras estrategias de ordenación;</p>
Artículo 12. Investigación y capacitación	<p>a) Establecerán y mantendrán programas de educación y capacitación científica y técnica en medidas de identificación, conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica y sus componentes y prestarán apoyo para tal fin centrado en las necesidades específicas de los países en desarrollo;</p> <p>b) Promoverán y fomentarán la investigación que contribuya a la conservación y a la utilización sostenible de la diversidad biológica, particularmente en los países en desarrollo, entre otras cosas, de conformidad con las decisiones adoptadas por la Conferencia de las Partes a raíz de las recomendaciones del órgano subsidiario de asesoramiento científico, técnico y tecnológico;</p>

Fuente. 2-24. Organización de las Naciones Unidas.

2.2.1.3 Ley de Gestión Ambiental.

Tabla 2-27. Ley de Gestión Ambiental

TITULO II DEL REGIMEN INSTITUCIONAL DE LA GESTION AMBIENTAL	
Capitulo II De la autoridad ambiental	<p>Art.8 La autoridad ambiental nacional será ejercida por el Ministerio del ramo, que actuará como instancia rectora, coordinadora y reguladora del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, sin perjuicio de las atribuciones que dentro del ámbito de sus competencias y conforme las leyes que las regulan, ejerzan otras instituciones del Estado.</p> <p>Art. 9.- Le corresponde al Ministerio del ramo:</p> <p>j) Coordinar con los organismos competentes sistemas de control para la verificación del cumplimiento de las normas de calidad ambiental referentes al aire, agua, suelo, ruido, desechos y agentes contaminantes;</p>
TITULO III INSTRUMENTOS DE GESTION AMBIENTAL	
Capitulo II de la Evaluación de Impacto Ambiental y del Control Ambiental.	<p>Art. 23.- La evaluación del impacto ambiental comprenderá:</p> <p>a) La estimación de los efectos causados a la población humana, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada;</p> <p>b) Las condiciones de tranquilidad públicas, tales como: ruido, vibraciones, olores, emisiones luminosas, cambios térmicos y cualquier otro perjuicio ambiental derivado de su ejecución; y,</p> <p>c) La incidencia que el proyecto, obra o actividad tendrá en los elementos que componen el patrimonio histórico, escénico y cultural.</p>
Capitulo III De los Mecanismos de Participación Social.	<p>Art. 28.- Toda persona natural o jurídica tiene derecho a participar en la gestión ambiental, a través de los mecanismos que para el efecto establezca el Reglamento, entre los cuales se incluirán consultas, audiencias públicas, iniciativas, propuestas o cualquier forma de asociación entre el sector público y el privado. Se concede acción popular para denunciar a quienes violen esta garantía, sin perjuicio de la responsabilidad civil y penal por denuncias o acusaciones temerarias o maliciosas.</p> <p>El incumplimiento del proceso de consulta al que se refiere el artículo 88 de la Constitución Política de la República tornará inejecutable la actividad de que se trate y será causal de nulidad de los contratos respectivos.</p> <p>Art. 29.- Toda persona natural o jurídica tiene derecho a ser informada oportuna y suficientemente sobre cualquier actividad de las instituciones del Estado que conforme al Reglamento de esta Ley, pueda producir impactos ambientales. Para ello podrá formular peticiones y deducir acciones de carácter individual o colectivo ante las autoridades competentes.</p>

Fuente. 2-25. Ley de Gestión Ambiental del Ecuador.

2.2.1.4 Código Penal

Tabla 2-28. Código Penal

TÍTULO V DE LOS DELITOS CONTRA LA SEGURIDAD PÚBLICA	
CAPITULO X A De los Delitos Contra el Medio Ambiente	Art. 437 A.- Quien, fuera de los casos permitidos por la ley, produzca, introduzca, deposite, comercialice, tenga en posesión, o use desechos tóxicos peligrosos, sustancias radioactivas, u otras similares que por sus características constituyan peligro para la salud humana o degraden y contaminen el medio ambiente, serán sancionados con prisión de dos a cuatro años. Igual pena se aplicará a quien produzca, tenga en posesión, comercialice, introduzca armas químicas o biológicas.
	Art. 437 B.- El que infringiere las normas sobre protección del ambiente, vertiendo residuos de cualquier naturaleza, por encima de los límites fijados de conformidad con la ley, si tal acción causare o pudiere causar perjuicio o alteraciones a la flora, la fauna, el potencial genético, los recursos hidrobiológicos o la biodiversidad, será reprimido con prisión de uno a tres años, si el hecho no constituyere un delito más severamente reprimido.
	Art. 437 C.- La pena será de tres a cinco años de prisión cuando: a) Los actos previstos en el artículo anterior ocasionen daños a la salud de las personas o a sus bienes; b) El perjuicio o alteración ocasionados tengan carácter irreversible; c) El acto sea parte de actividades desarrolladas clandestinamente por su autor, o, d) Los actos contaminantes afecten gravemente recursos naturales necesarios para la actividad económica.
	Art. 437 D.- Si a consecuencia de la actividad contaminante se produce la muerte de una persona, se aplicará la pena prevista para el homicidio intencional, si el hecho no constituye un delito más grave. En caso de que a consecuencia de la actividad contaminante se produzcan lesiones, impondrá las penas previstas en los artículos 463 a 467 del Código Penal.

Fuente. 2-26. Código Penal del Ecuador.

2.2.2 Legislación Sectorial: Calidad Ambiental

2.2.2.1 Ley Orgánica de la Salud.

Tabla 2-29. Ley Orgánica de la Salud.

TITULO PRELIMINAR	
CAPITULO I Del derecho a la salud y su protección	Art. 3.- La salud es el completo estado de bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades. Es un derecho humano inalienable, indivisible, irrenunciable e intransmisible, cuya protección y garantía es responsabilidad primordial del Estado; y, el resultado de un proceso colectivo de interacción donde Estado, sociedad, familia e individuos convergen para la construcción de ambientes, entornos y estilos de vida saludables.

CAPITULO II De la autoridad sanitaria nacional, sus competencias y Responsabilidades	Art. 6.- Es responsabilidad del Ministerio de Salud Pública: 13. Regular, vigilar y tomar las medidas destinadas a proteger la salud humana ante los riesgos y daños que pueden provocar las condiciones del ambiente;
	15. Regular, planificar, ejecutar, vigilar e informar a la población sobre actividades de salud concernientes a la calidad del agua, aire y suelo; y, promocionar espacios y ambientes saludables, en coordinación con los organismos seccionales y otros competentes;
CAPITULO III Derechos y deberes de las personas y del Estado en relación con la salud	Art. 7.- Toda persona, sin discriminación por motivo alguno, tiene en relación a la salud, los siguientes derechos: c) Vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación;
LIBRO I DE LAS ACCIONES DE SALUD TITULO I	
CAPITULO I Disposiciones comunes	Art. 11.- Los programas de estudio de establecimientos de educación pública, privada, municipales y fiscomicionales, en todos sus niveles y modalidades, incluirán contenidos que fomenten el conocimiento de los deberes y derechos en salud, hábitos y estilos de vida saludables, promuevan el auto cuidado, la igualdad de género, la corresponsabilidad personal, familiar y comunitaria para proteger la salud y el ambiente, y desestimulen y prevengan conductas nocivas.

Fuente. 2-27. Ley Orgánica de la Salud del Ecuador.

2.2.2.2 Ley Orgánica de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

Tabla 2-30. Ley Orgánica de Prevención y Control de la Contaminación.

TITULO II DEL REGIMEN INSTITUCIONAL DE LA GESTION AMBIENTAL CAPITULO I DEL DESARROLLO SUSTENTABLE	
CAPITULO II de la Autoridad Ambiental	Art. 9.- Le corresponde al Ministerio del ramo: j) Coordinar con los organismos competentes sistemas de control para la verificación del cumplimiento de las normas de calidad ambiental referentes al aire, agua, suelo, ruido, desechos y agentes contaminantes;
CAPITULO II De la Evaluación de Impacto Ambiental y del Control Ambiental	Art. 21.- Los sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base; evaluación del impacto ambiental; evaluación de riesgos; planes de manejo; planes de manejo de riesgo; sistemas de monitoreo; planes de contingencia y mitigación; auditorías ambientales y planes de abandono. Una vez cumplidos estos requisitos y de conformidad con la calificación de los mismos, el Ministerio del ramo podrá otorgar o negar la licencia correspondiente. Art. 23.- La evaluación del impacto ambiental comprenderá: a) La estimación de los efectos causados a la población humana, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada;

	<p>b) Las condiciones de tranquilidad públicas, tales como: ruido, vibraciones, olores, emisiones luminosas, cambios térmicos y cualquier otro perjuicio ambiental derivado de su ejecución; y,</p> <p>c) La incidencia que el proyecto, obra o actividad tendrá en los elementos que componen el patrimonio histórico, escénico y cultural.</p>
CAPITULO VI	
De la Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas	<p>Art. 16.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.</p> <p>Art. 17.- El Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI) , en coordinación con los Ministerios de Salud y Defensa, según el caso, elaborarán los proyectos de normas técnicas y de las regulaciones para autorizar las descargas de líquidos residuales, de acuerdo con la calidad de agua que deba tener el cuerpo receptor.</p>

Fuente. 2-28. Ley Orgánica de Prevención y Control de la Contaminación.

2.2.2.3 Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización-COOTAD.

Tabla 2-31. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización

COMPETENCIAS EXCLUSIVAS EN LA GESTION AMBIENTAL CUENCAS HIDROGRÁFICAS	
Gobiernos Regionales Artículo 32	b) Gestionar el ordenamiento de cuencas hidrográficas y propiciar la creación de consejos de cuencas hidrográficas, de acuerdo con la ley;
Gobiernos Provinciales Artículo 42	c) Ejecutar, en coordinación con el gobierno regional y los demás gobiernos autónomos descentralizados, obras en cuencas y micro cuencas;
Gobiernos Municipales Artículo 54-55	<p>k) Regular, prevenir y controlar la contaminación ambiental en el territorio cantonal de manera articulada con las políticas ambientales nacionales;</p> <p>c) Ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el cantón;</p> <p>d) Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley;</p>
Gobiernos Parroquiales Artículo 65	Incentivar el desarrollo de actividades productivas comunitarias, la preservación de la biodiversidad y la protección del ambiente;

Fuente. 2-29. COOTAD.

2.2.2.4 TULSMA. Reforma Libro VI. Acuerdo Ministerial 061.

Tabla 2-32. Reforma Libro VI del TULSMA: AM 061

Libro VI. Acuerdo Ministerial 061 DE LA CALIDAD AMBIENTAL	
<p>Título I</p> <p>Disposiciones preliminares</p>	<p>Art. 1. Ámbito.- El presente Libro establece los procedimientos y regula las actividades y responsabilidades públicas y privadas en materia de calidad ambiental.</p> <p>Art. 2 Principios.- Sin perjuicio de aquellos contenidos en la Constitución de la República del Ecuador y las leyes y normas secundarias de cualquier jerarquía que rijan sobre la materia, los principios contenidos en este Libro son de aplicación obligatoria y constituyen los elementos conceptuales que originan, sustentan, rigen e inspiran todas las decisiones y actividades públicas, privadas, de las personas naturales y jurídicas, pueblos, nacionalidades y comunidades respecto a la gestión sobre la calidad ambiental, así como la responsabilidad por daños ambientales.</p>
<p>TÍTULO III</p> <p>Del Sistema Único de Manejo Ambiental</p> <p>CAPÍTULO I</p> <p>Régimen Institucional</p>	<p>Art. 7 Competencia General.- Le corresponde a la Autoridad Ambiental Nacional el proceso de evaluación de impacto ambiental, el cual podrá ser delegado a los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales, metropolitanos y/o municipales a través de un proceso de acreditación conforme a lo establecido en este Libro.</p> <p>Art. 10 De la competencia de las Autoridades Ambientales competentes</p> <p>1) Competencia a nivel de organizaciones de gobierno:</p> <p>a) Si el proyecto, obra o actividad es promovido por una o varias juntas parroquiales, la Autoridad Ambiental Competente será el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal, de estar acreditado; caso contrario le corresponderá al Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial acreditado o en su defecto, a la Autoridad Ambiental Nacional;</p> <p>b) Si el proyecto, obra o actividad es promovido por el mismo o por más de un Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal, la Autoridad Ambiental Competente será el Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial acreditado; caso contrario le corresponderá a la Autoridad Ambiental Nacional;</p> <p>c) Si el proyecto, obra o actividad es promovido por uno o varios Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales, la Autoridad Ambiental Nacional será la competente para hacerse cargo del proceso.</p>
<p>CAPITULO V</p> <p>De la Participación Social</p>	<p>Art. 48 De la participación social- Es el diálogo social e institucional en el que la Autoridad Ambiental Competente informa a la población sobre la realización de posibles actividades y/o proyectos y consulta la opinión de la ciudadanía informada»</p> <p>Art. 49 De los mecanismos de participación- Son los procedimientos que la Autoridad Ambiental Competente aplica para hacer efectiva la Participación Ciudadana. Para la aplicación de estos mecanismos y sistematización de sus resultados, se actuará conforme a lo dispuesto en los Instructivos o Instrumentos que emita la Autoridad Ambiental Nacional para el efecto.</p>
<p>CAPÍTULO VIII</p> <p>Calidad de los Componentes</p>	<p>Art. 214 De la calidad de agua.- Toda actividad antrópica deberá realizar las acciones preventivas necesarias para no alterar y asegurar la calidad y cantidad de agua de las cuencas hídricas, la alteración de la composición físico-química y biológica de fuentes de agua por efecto de descargas y vertidos líquidos o disposición de desechos</p>

<p>Bióticos y Abióticos</p> <p>Parágrafo I Del Agua</p>	<p>en general u otras acciones negativas sobre sus componentes, conllevará las sanciones que correspondan a cada caso; cuando en cumplimiento de las normas de vertimiento, el o los regulados produzcan concentraciones en el cuerpo receptor que excedan los criterios de calidad para el uso o usos asignados al recurso, la Autoridad Ambiental Competente, en coordinación con la Autoridad Única del Agua, podrá exigir valores más restrictivos para los parámetros de descargas y vertidos.</p>
---	---

LIBRO VI ANEXO 1.

NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES : RECURSO AGUA

Norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

2.2.3 Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios

4.1.2.1 Se entiende por uso del agua para preservación de flora y fauna, su empleo en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas asociados, sin causar alteraciones en ellos, o para actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies bioacuáticas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura. **TABLA 3. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.**

Acuerdo Ministerial 028

NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES : RECURSO AGUA

<p>4.2 Criterios generales para la descarga de efluentes</p>	<p>4.2.1.4 Las municipalidades de acuerdo a sus estándares de Calidad Ambiental deberán definir independientemente sus normas, mediante ordenanzas, considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas. En sujeción a lo establecido en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación.</p>
	<p>4.2.1.6 Las aguas residuales que no cumplan previamente a su descarga, con los parámetros establecidos de descarga en esta Norma, deberán ser tratadas mediante tratamiento convencional, sea cual fuere su origen: público o privado. Por lo tanto, los sistemas de tratamiento deben ser modulares para evitar la falta absoluta de tratamiento de las aguas residuales en caso de paralización de una de las unidades, por falla o mantenimiento.</p>
	<p>4.2.1.10 Se prohíbe descargar sustancias o desechos peligrosos (líquidos-sólidos-semisólidos) fuera de los estándares permitidos, hacia el cuerpo receptor, sistema de alcantarillado y sistema de aguas lluvias.</p>
	<p>4.2.1.11 Se prohíbe la descarga de residuos líquidos sin tratar hacia el sistema de alcantarillado, o hacia un cuerpo de agua, provenientes del lavado y/o mantenimiento de vehículos aéreos y terrestres, así como el de aplicadores manuales y aéreos, recipientes, empaques y envases que contengan o hayan contenido agroquímicos u otras sustancias tóxicas.</p>

	4.2.3.12 Se prohíbe verter desechos sólidos, tales como: basuras, animales muertos, mobiliario, entre otros, y líquidos contaminados hacia cualquier cuerpo de agua y cauce de aguas estacionales secas o no.
--	--

Fuente. 2-30. Acuerdo Ministerial 061.

2.2.3.1 Ordenanzas: Provincial y Cantonal

Tabla 2-33. Ordenanzas Provinciales y Cantonales Provincia de Tungurahua y Cantón Ambato.

RÉGIMEN JURÍDICO PROVINCIAL	
Ordenanza Provincial para el Manejo de Ecosistemas Páramo 2013	La provincia de Tungurahua cuenca con una ordenanza que fue expedida el 25 de enero del 2013, donde se declara al ecosistema paramo y a las fuentes de agua de la provincia de Tungurahua “como áreas estratégicas de interés colectivo y político para el desarrollo sostenible ambiental, económico y social de toda la población, donde la política declarada en esta norma tiene como por objetivos la recuperación, el manejo y conservación sustentable de la biodiversidad y la agro diversidad del ecosistema páramo y fuentes de agua; y el mejoramiento de la disponibilidad y el servicio del agua en calidad y cantidad para la demanda social de la provincia de Tungurahua. Plantea como ejes fundamentales: la elaboración y ejecución de planes de manejo de paramos, la inclusión de planes de desarrollo y ordenamiento territorial, el manejo sustentable del ecosistema paramo y las fuentes de aguas, el fomento de la investigación y la elaboración y ejecución de los planes de manejo ambiental.
Agenda Ambiental 2014	La Agenda Ambiental de la Provincia de Tungurahua, se constituye en una herramienta de gestión que establece mecanismos de participación y coordinación interinstitucional, para la conservación de los ecosistemas y los procesos de calidad ambiental como la descontaminación de los recursos hídricos, garantizando de esta manera la cantidad y calidad del agua, como uno de los ejes contemplados en el nuevo modelo de gestión.
RÉGIMEN JURÍDICO CANTONAL	
Ordenanza para la prevención y control de la contaminación ambiental cantón Ambato (2007).	El GAD Ambato, en el año 2007, elabora la ordenanza con el afán de prevenir y controlar los efectos negativos sobre el ambiente principalmente a actividades productivas que se desarrolla en el cantón Ambato para mejorar las condiciones de vida de sus habitantes encaminado en fortalecer el desarrollo económico y el adecuado manejo de los recursos naturales.

<p>Plan de Ordenamiento Territorial Ambato 2020</p>	<p>Art. 58. Uso de Protección Natural.</p> <p>Uso destinado al mantenimiento de las características ecosistémicas del medio natural que no han sido alteradas significativamente por la actividad humana y que por razones de calidad ambiental y equilibrio ecológico deben conservarse. Estos usos de suelo no son modificables.</p> <p>A efectos de garantizar la protección del ambiente, la asignación del uso y ocupación del suelo, se consideran como elementos limitantes de urbanización de los predios, los siguientes: pendientes superiores a 30° (57%), áreas de riesgo, áreas de quebradas y de orografía especial, áreas de valor paisajístico, arqueológico y ecológico (conservación de fauna y flora). Ver Tabla de Uso de Protección Natural:</p> <table border="1" data-bbox="470 645 1340 1102"> <thead> <tr> <th>Simbología</th> <th>Tipología</th> <th>Usos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PNP</td> <td>Páramos</td> <td>Reserva de especies endémicas sobre la cota de 3600 m.s.n.m. Usos: científicos</td> </tr> <tr> <td>PNB</td> <td>Bosques y vegetación protectora</td> <td>Reserva de bosques primarios y vegetación protectora, reserva ecológica de bosques. Usos: científicos.</td> </tr> <tr> <td>PNH</td> <td>Cuerpos de agua</td> <td>Cuencas y microcuencas, manantiales, playas fluviales, ríos, arroyos, Ciénegas, lagunas, pantanos, alcantarillas aliviaderos, diques, presas, represas, embalses.</td> </tr> <tr> <td>PNQ</td> <td>Quebradas y laderas</td> <td>Reserva ecológica de riberas de ríos, quebradas, áreas vulnerables y de alta pendiente.</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><i>PDOT Cantón Ambato 2020</i></p> <p>El uso de suelo de protección natural, en el cantón contempla la siguiente clasificación:</p> <p>d1) USO DE SUELO DE PÁRAMOS: Es el suelo ubicado sobre la cota 3.600 msnm, que deberá ser recuperado con protección natural, dejando libre al páramo; pero respetando los territorios ya ocupados por la población radicada en la zona.</p> <p>d2) USO DE SUELO DE BOSQUES: Comprende al suelo donde se asientan los bosques nativos y las tierras de manejo sustentable de bosques, para lo cual se deberá coordinar con el INEFAN, y cualquier otra institución a fin.</p> <p>d3) USO DE SUELO DE CUERPOS DE AGUA: Es el suelo destinado a la preservación del sistema hídrico, tanto natural, como artificial o construido, para su aprovechamiento y uso a través de manejo adecuado y descontaminación.</p> <p>d4) USO DE SUELO DE QUEBRADAS Y LADERAS: Es el suelo accidentado y de topografía irregular que se caracteriza por su fragilidad y vulnerabilidad, propenso a la desertificación originada por la erosión, la deforestación, las modificaciones del clima y el inadecuado uso del recurso hídrico. Requiere de manejo adecuado de protección mediante siembra de especies endémicas y su repoblamiento, prohibiéndose todo tipo de construcciones y edificaciones.</p>	Simbología	Tipología	Usos	PNP	Páramos	Reserva de especies endémicas sobre la cota de 3600 m.s.n.m. Usos: científicos	PNB	Bosques y vegetación protectora	Reserva de bosques primarios y vegetación protectora, reserva ecológica de bosques. Usos: científicos.	PNH	Cuerpos de agua	Cuencas y microcuencas, manantiales, playas fluviales, ríos, arroyos, Ciénegas, lagunas, pantanos, alcantarillas aliviaderos, diques, presas, represas, embalses.	PNQ	Quebradas y laderas	Reserva ecológica de riberas de ríos, quebradas, áreas vulnerables y de alta pendiente.
Simbología	Tipología	Usos														
PNP	Páramos	Reserva de especies endémicas sobre la cota de 3600 m.s.n.m. Usos: científicos														
PNB	Bosques y vegetación protectora	Reserva de bosques primarios y vegetación protectora, reserva ecológica de bosques. Usos: científicos.														
PNH	Cuerpos de agua	Cuencas y microcuencas, manantiales, playas fluviales, ríos, arroyos, Ciénegas, lagunas, pantanos, alcantarillas aliviaderos, diques, presas, represas, embalses.														
PNQ	Quebradas y laderas	Reserva ecológica de riberas de ríos, quebradas, áreas vulnerables y de alta pendiente.														

Fuente. 2-31 GAD Provincial Tungurahua .y GADMA.

2.2.4 Legislación Sectorial de los Recursos Naturales

2.2.4.1 -Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua.

Tabla 2-34. Ley Orgánica de Recursos Hídricos

TÍTULO I DISPOSICIONES PRELIMINARES	
Capítulo I de los Principios	<p>Artículo 8.- Gestión integrada de los recursos hídricos. La Autoridad Única del Agua es responsable de la gestión integrada e integral de los recursos hídricos con un enfoque ecosistémico y por cuenca o sistemas de cuencas hidrográficas, la misma que se coordinará con los diferentes niveles de gobierno según sus ámbitos de competencia.</p> <p>Se entiende por cuenca hidrográfica la unidad territorial delimitada por la línea divisoria de sus aguas que drenan superficialmente hacia un cauce común, incluyen en este espacio poblaciones, infraestructura, áreas de conservación, protección y zonas productivas.</p>
	<p>Artículo 14.- Cambio de uso del suelo. El Estado regulará las actividades que puedan afectar la cantidad y calidad del agua, el equilibrio de los ecosistemas en las áreas de protección hídrica que abastecen los sistemas de agua para consumo humano y riego; con base en estudios de impacto ambiental que aseguren la mínima afectación y la restauración de los mencionados ecosistemas.</p>
TÍTULO II RECURSOS HÍDRICOS	
<i>Capítulo II</i>	
<i>Institucionalidad y Gestión de los Recursos Hídricos</i>	
Sección Primera Sistema Nacional Estratégico y Autoridad Única del Agua	<p>Artículo 15.- Sistema nacional estratégico del agua. Créase el sistema nacional estratégico del agua, que constituye el conjunto de procesos, entidades e instrumentos que permiten la interacción de los diferentes actores, sociales e institucionales para organizar y coordinar la gestión integral e integrada de los recursos hídricos.</p> <p>El sistema nacional estratégico del agua estará conformado por:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La Autoridad Única del Agua quien la dirige; 2. El Consejo Intercultural y Plurinacional del Agua; 3. Las instituciones de la Función Ejecutiva que cumplan competencias vinculadas a la gestión integral de los recursos hídricos; 4. La Agencia de Regulación y Control del Agua, adscrita a la Autoridad Única del Agua; 5. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados; y, 6. Los Consejos de cuenca.
	<p>Artículo 25.- Consejo de Cuenca Hidrográfica. Es el órgano colegiado de carácter consultivo, liderado por la Autoridad Única del Agua e integrado por los representantes electos de las organizaciones de usuarios, con la finalidad de participar en la formulación, planificación, evaluación y control de los recursos hídricos en la respectiva cuenca. En los consejos de cuenca también participarán las autoridades de los diferentes niveles de gobierno en el tema de su responsabilidad. En el Reglamento de esta Ley se</p>

	establecerán las escalas territoriales en que pueden organizarse, su composición y financiamiento
Sección Segunda Planificación Hídrica	<p>Artículo 28.- Planificación de los Recursos Hídricos. Corresponde a la Autoridad Única del Agua la ejecución de la planificación hídrica, sobre la base del Plan Nacional de Recursos Hídricos y Planes de Gestión Integral de Recursos Hídricos por cuenca hidrográfica.</p> <p>El Estado y los Gobiernos Autónomos Descentralizados deberán sujetarse a la planificación hídrica en lo que respecta al ejercicio de sus competencias. Igualmente los planes de gestión integral de recursos hídricos por cuenca, vincularán a las entidades dedicadas a la prestación de servicios comunitarios relacionados con el agua.</p>
Sección Tercera Gestión y Administración de los Recursos Hídricos	<p>Artículo 36.- Deberes estatales en la gestión integrada. El Estado y sus instituciones en el ámbito de sus competencias son los responsables de la gestión integrada de los recursos hídricos por cuenca hidrográfica. En consecuencia son los obligados a:</p> <p>a) Promover y garantizar el derecho humano al agua;</p> <p>b) Regular los usos, el aprovechamiento del agua y las acciones para preservarla en cantidad y calidad mediante un manejo sustentable a partir de normas técnicas y parámetros de calidad</p> <p>d) Promover y fortalecer la participación en la gestión del agua de las organizaciones de usuarios, consumidores de los sistemas públicos y comunitarios del agua, a través de los consejos de cuenca hidrográfica y del Consejo Intercultural y Plurinacional del Agua.</p>
	<p>Artículo 36.- Deberes estatales en la gestión integrada. El Estado y sus instituciones en el ámbito de sus competencias son los responsables de la gestión integrada de los recursos hídricos por cuenca hidrográfica. En consecuencia son los obligados a:</p> <p>a) Promover y garantizar el derecho humano al agua;</p> <p>b) Regular los usos, el aprovechamiento del agua y las acciones para preservarla en cantidad y calidad mediante un manejo sustentable a partir de normas técnicas y parámetros de calidad;</p> <p>c) Conservar y manejar sustentablemente los ecosistemas marino costeros, alto andinos y amazónicos, en especial páramos, humedales y todos los ecosistemas que almacenan agua;</p> <p>d) Promover y fortalecer la participación en la gestión del agua de las organizaciones de usuarios, consumidores de los sistemas públicos y comunitarios del agua, a través de los consejos de cuenca hidrográfica y del Consejo Intercultural y Plurinacional del Agua; y,</p> <p>e) Recuperar y promover los saberes ancestrales, la investigación y el conocimiento científico del ciclo hidrológico.</p>
Sección Quinta El Agua y los Gobiernos Autónomos Descentralizados	<p>Artículo 42.- Coordinación, planificación y control. Las directrices de la gestión integral del agua que la autoridad única establezca al definir la planificación hídrica nacional, serán observadas en la planificación del desarrollo a nivel regional, provincial, distrital, cantonal, parroquial y comunal y en la formulación de los respectivos planes de ordenamiento territorial.</p> <p>Para la gestión integrada e integral del agua, los Gobiernos Autónomos Descentralizados, sin perjuicio de las competencias exclusivas en la prestación de servicios públicos relacionados con el agua, cumplirán coordinadamente actividades de</p>

	colaboración y complementariedad entre los distintos niveles de gobierno y los sistemas comunitarios de conformidad con la Constitución y la ley.
TÍTULO III DERECHOS, GARANTÍAS Y OBLIGACIONES <i>Capítulo III</i>	
Derechos de la Naturaleza	<p>Artículo 64.- Conservación del agua. La naturaleza o Pacha Mama tiene derecho a la conservación de las aguas con sus propiedades como soporte esencial para todas las formas de vida.</p> <p>En la conservación del agua, la naturaleza tiene derecho a:</p> <p>a) La protección de sus fuentes, zonas de captación, regulación, recarga, afloramiento y cauces naturales de agua, en particular, nevados, glaciares, páramos, humedales y manglares;</p> <p>b) El mantenimiento del caudal ecológico como garantía de preservación de los ecosistemas y la biodiversidad;</p> <p>c) La preservación de la dinámica natural del ciclo integral del agua o ciclo hidrológico;</p> <p>d) La protección de las cuencas hidrográficas y los ecosistemas de toda contaminación; y,</p> <p>e) La restauración y recuperación de los ecosistemas por efecto de los desequilibrios producidos por la contaminación de las aguas y la erosión de los suelos.</p>
	<p>Artículo. 65.- Gestión integrada del agua. Los recursos hídricos serán gestionados de forma integrada e integral, con enfoque ecosistémico que garantice la biodiversidad, la sustentabilidad y su preservación conforme con lo que establezca el Reglamento de esta Ley.</p>
	<p>Artículo 66.- Restauración y recuperación del agua.</p> <p>La restauración del agua será independiente de la obligación del Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos afectados por la contaminación de las aguas o que dependan de los ecosistemas alterados.</p> <p>La indemnización económica deberá ser invertida en la recuperación de la naturaleza y del daño ecológico causado; sin perjuicio de la sanción y la acción de repetición que corresponde.</p> <p>Si el daño es causado por alguna institución del Estado, la indemnización se concretará en obras.</p>

Fuente. 2-32. Ley de Recursos Hídricos y Aprovechamiento del Agua.

2.2.4.2 Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre

Tabla 2-35. Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre.

TÍTULO I DE LOS RECURSOS FORESTALES	
CAPITULO I Del Patrimonio Forestal del Estado	Art. 1.- Constituyen patrimonio forestal del Estado, las tierras forestales que de conformidad con la Ley son de su propiedad, los bosques naturales que existan en ellas, los cultivados por su cuenta y la flora y fauna silvestres; los bosques que se hubieren plantado o se plantaren en terrenos del Estado, exceptuándose los que se hubieren formado por colonos y comuneros en tierras en posesión.

CAPITULO II Atribuciones y Funciones del Ministerio del Ambiente	Art. 5.- El Ministerio del Ambiente, tendrá los siguientes objetivos y funciones: e) Elaborar y ejecutar los planes, programas y proyectos para el desarrollo del subsector, en los campos de forestación, investigación, explotación, manejo y protección de bosques naturales y plantados, cuencas hidrográficas, áreas naturales y vida silvestre; g) Promoverá la acción coordinada con entidades, para el ordenamiento y manejo de las cuencas hidrográficas, así como, en la administración de las áreas naturales del Estado, y los bosques localizados en tierras de dominio público;
--	---

Fuente. 2-33. Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre.

2.2.4.3 TULSMA. Libros III

Tabla 2-36. TULSMA. Libro III

Libro III DEL REGIMEN FORESTAL	
Título IV De los Bosques y Vegetación Protectores	Art. 16.- Son bosques y vegetación protectores aquellas formaciones vegetales, naturales o cultivadas, arbóreas, arbustivas o herbáceas, de dominio público o privado, que estén localizadas en áreas de topografía accidentada, en cabeceras de cuencas hidrográficas o en zonas que por sus condiciones climáticas, edáficas e hídricas no son aptas para la agricultura o la ganadería. Sus funciones son las de conservar el agua, el suelo, la flora y la fauna silvestre.

Fuente. 2-35. TULSMA. Libro. III.

2.2.5 Legislación Sectorial: Biodiversidad.

2.2.5.1 Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre

Tabla 2-37. Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre.

Libro III DEL REGIMEN FORESTAL	
CAPITULO III De los Bosques y Vegetación Protectores	Art. 6.- Se consideran bosques y vegetación protectores aquellas formaciones vegetales, naturales o cultivadas, que cumplan con uno o más de los siguientes requisitos: a) Tener como función principal la conservación del suelo y la vida silvestre; b) Estar situados en áreas que permitan controlar fenómenos pluviales torrenciales o la preservación de cuencas hidrográficas, especialmente en las zonas de escasa precipitación pluvial; c) Ocupar cejas de montaña o áreas contiguas a las fuentes, corrientes o depósitos de agua; d) Constituir cortinas rompe vientos o de protección del equilibrio del medio ambiente; e) Hallarse en áreas de investigación hidrológico - forestal;

	<p>f) Estar localizados en zonas estratégicas para la defensa nacional; y,</p> <p>g) Constituir factor de defensa de los recursos naturales y de obras de infraestructura de interés público.</p>
--	---

Fuente. 2-35. Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre.

2.2.5.2 Ley para la Preservación de Zonas de Reserva y Parques Nacionales

Tabla 2-38. Ley para la Preservación de Zonas de Reserva de Parques Nacionales

PRESERVACION DE ZONAS DE RESERVA Y PARQUES NACIONALES	
Artículo 1.	Los monumentos naturales, bosques, áreas y más lugares de especial belleza, constitución, ubicación e interés científico y nacional, a pedido de la Dirección Nacional Forestal y/o del Ministerio de Turismo, y previos los estudios especializados y técnicos necesarios, serán delimitados y declarados zonas de reserva o parques nacionales mediante Acuerdo Interministerial de los señores Ministros del Ambiente y de Turismo. En los casos de comprender el ambiente acuático marino y sus poblaciones, se requerirán los informes del Instituto Nacional de Pesca y de la Dirección General de Pesca.
Artículo 2.	Las zonas de reserva o parques nacionales en el campo técnico y científico estarán controladas y administradas por la Dirección Nacional Forestal; en los aspectos de belleza natural y atracción turística por el Ministerio de Turismo, y en el ambiente acuático por la Dirección General de Pesca.

Fuente. 2-36. Ley para la Preservación de Zonas de Reserva de Parques Nacionales.

CAPITULO III.

3 METODOLOGÍA.

3.1 Tipo de Estudio.

El tipo de estudio de la investigación es: aplicada, de campo, de laboratorio, cualitativa, cuantitativa, correlacional, documental e histórica; se realizó seis meses (junio-diciembre 2015) en la intercuenca zona media del río Ambato código Pfastetter 4996927.

3.1.1 Diseño de la Investigación.

La investigación es un estudio de casos que utiliza el método científico, el cual permite analizar fenómenos que se presentan en la unidad hidrográfica, utilizando múltiples fuentes y datos para recoger evidencia cualitativa y cuantitativa con el fin de describir, verificar y generar las medidas de solución a la problemática identificada.

3.1.2 Investigación Documental.

La investigación obtuvo información de tipo secundaria de la revisión de diferentes fuentes bibliográficas y/o documentales existentes, las cuales sirvieron principalmente para la elaboración de la línea base.

3.1.3 Investigación de campo o in situ

Corresponde a la información obtenida directamente en el área de estudio, esto permite valorar la realidad de los impactos negativos a causa de la actividad antropogénica respecto a los recursos naturales. Las actividades realizadas en la investigación de campo se describen a continuación:

- Reconocimiento del área de estudio, para seleccionar e identificar con el GPS los puntos de muestreo para los parámetros de calidad de agua.
- Levantamiento de información para la elaboración de la línea base de la investigación (flora, fauna, características socioeconómicas) mediante recorridos de campo.
- Georreferenciación de las principales actividades antrópicas que se desarrollan en la unidad hidrográfica.

- Identificación de los principales problemas ambientales que se presentan en la unidad hidrográfica mediante la utilización de registros escritos y fotográficos.

3.1.4 Investigación de laboratorio

Permite validar la investigación mediante el procesamiento y tratamiento de información generada de observaciones, entrevistas, registros, datos, etc.

Otro de los ámbitos dentro de la investigación fue la obtención de datos principalmente los índices de calidad de agua que fueron medidos, procesados y validados dentro de un lugar preparado y equipado-Laboratorio de Servicios Ambientales-UNACH.

3.2 Métodos.

3.2.1 Método descriptivo.

El método descriptivo permitió identificar situaciones, costumbres, actividades y actitudes predominantes en la zona de estudio, a través de la descripción de las mismas, con lo cual ha permitido identificar y delimitar el problema a resolver describiendo las afectaciones de tipo ambiental presentes en la intercuenca y los elementos naturales para su manejo y conservación.

3.2.2 Método histórico.

Permitió obtener información de la zona relacionada con los cambios y acontecimientos ocurridos en el transcurso de los años y que consecutivamente permite evaluar la veracidad o falsedad de los datos obtenidos. Con este método se logra autenticar lo que se manifiesta al respecto de los recursos naturales y su alteración.

3.2.3 Método deductivo.

Partiendo del contexto general de la unidad hidrográfica llegamos a determinar las particularidades de la zona de estudio, mediante el razonamiento lógico, es decir, mediante la deducción de la información generada de fuentes de información primarias y fuentes secundarias.

3.3 Técnicas

3.3.1 Técnica de observación.

La observación permitió identificar fenómenos, hechos, casos, acciones, situaciones, etc. que se desarrollan en la unidad hidrográfica, con el cual se obtuvo información necesaria para la investigación. Los instrumentos utilizados en esta técnica fueron registros de campo y de laboratorio.

3.3.2 La entrevista.

Técnica de investigación oral y documentada que permite obtener datos directamente de la unidad de análisis de investigación, en este caso las personas conocedoras de la zona quienes colaboraron en transmitir informaciones de primera mano exponiendo las dificultades, necesidades, y potencialidades de la zona.

3.3.3 Técnica de análisis.

La técnica de análisis permite que los datos y documentos recopilados sean estudiados y comparados en la investigación como resultado de trabajos de campo, gabinete y laboratorio.

3.3.4 Población y Muestra.

La muestra es la porción representativa de la población, esta se selecciona cuando la población es muy grande, extensa o infinita. En este sentido se trata de un conjunto finito o reducido de individuos (personas, animales, objetos o cosas), la muestra se calcula de la siguiente manera:

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

n= tamaño de la muestra

N= tamaño de la población

e²: máximo de error admisible

Donde para este caso de estudio se considera como población el área total de la cuenca del río Ambato (Nivel 6) 130.170 ha, y se determinó la muestra con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{130.170 \text{ ha}}{0.05^2(130.170 \text{ ha}-1)+1} = 398 \text{ ha}$$

3.4 Operacionalización de Variables.

3.4.1 Identificación de variables.

Las variables de la investigación son las que se describen y se desarrollan en las tablas 3-1 y 3-2, son planteadas en base a la naturaleza del trabajo investigativo.

Tabla 3-1. Identificación de variables. Elaboración propia

Variables	Concepto
VI: Plan de Manejo de la Zona de Estudio	Instrumento, directrices que articulan las acciones que requiere una cuenca hidrográfica, para lograr un uso sostenible de sus recursos naturales".
VD: Alternativas de solución para mejorar la calidad ambiental	Métodos de tipo temporal que dan solución a un problema identificado. (problemática ambiental)

Tabla 3-2. Identificación de variables. Elaboración propia

Variables	Concepto	Categoría	Indicadores	Técnicas e Instrumentos
Variable Independiente-VI				
VI: Plan de Manejo de la Zona de Estudio	Instrumento, directrices para ordenar las acciones que requiere una cuenca hidrográfica, para lograr un uso sostenible de sus recursos naturales.	Ambiental	Programas, subprogramas y acciones del Plan de Manejo	Sistematización y selección de la información Fichas y registros
Variable Dependiente-VD				
VD: Alternativas de solución para mejorar la calidad ambiental	Métodos de tipo temporal que dan solución a un problema identificado. (problemática ambiental)	Ambiental	Calidad de agua Calidad de Suelo Calidad de Aire Diversidad flora fauna Impactos ambientales	Observación Encuesta Entrevista Test Registro Experimento (pruebas de laboratorio)

			Conflictos y problemas	
--	--	--	------------------------	--

3.5 Metodológica de la investigación.

Para la realización de la investigación se consideró cinco etapas metodológicas, las cuales se describen a continuación:

3.5.1 Etapas Metodológicas de la Investigación.

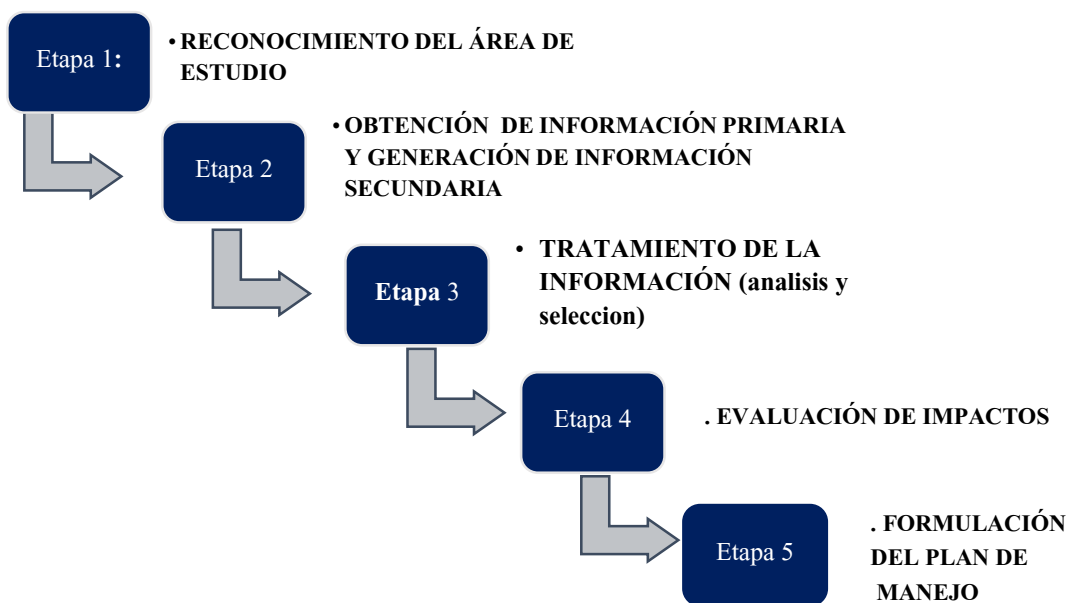


Ilustración 3-1. Etapas metodológicas de la investigación

3.5.1.1 Reconocimiento del área de estudio.

En esta etapa se determinó la ubicación geográfica, codificación hidrográfica, identificación de actividades productivas de la zona, centros poblados, características relevantes de la unidad hidrográfica, etc.

- **Técnica de investigación:** Observación, Técnica de análisis.
- **Instrumento de investigación:** ficha de campo, registro fotográfico y de observación, Software informático-ArcGis.

3.5.1.2 Obtención de información primaria y generación de información secundaria.

3.5.1.2.1 Información Primaria

La información primaria comprende datos generados en el campo: muestreo de cantidad y calidad de agua, identificación de flora y fauna, georreferenciación de puntos de muestreo, registros fotográficos y escritos, elaboración de mapas de la zona, trabajo en el laboratorio, etc.

3.5.1.2.1.1 Cantidad de agua.

La cantidad de agua que recibe la zona de estudio se determinó con la ayuda de un medidor de caudal mediante ultrasonido TDS-PCP, instrumento digital portátil que pertenece al Fondo de Páramos organismo adscrito al GAD provincial Tungurahua.

- **Metodología**

Los datos de caudal se obtuvieron durante las dos etapas de muestreo en los meses de octubre y noviembre, de lunes a domingo en los 10 puntos de toma de muestras. Para la obtención de los datos se escoge un lugar no tan profundo y poco turbulento, luego hasta cubrir el ancho del río se ubica el sensor hasta el fondo cada 0.5 m. El TDS calcula y promedia los datos que obtuvo dando el resultado en m³/s.

3.5.1.2.1.2 Calidad de agua.

Los índices son: índice de calidad de Montoya (Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos) y los índices ABI, ETP y BMWP (bioindicadores - macrobentos)

- **Metodología**

Los puntos de muestreo fueron definidos en base a dos criterios: la importancia de los afluentes que alimentan al río Ambato y la influencia de las actividades de los centros poblados que se desarrollan en la zona. El periodo de muestro fue igual a la determinación de caudal, para lo cual se utilizó los siguientes implementos:

- Botellas plásticas de 1000 ml (parámetros fisicoquímicos)

- Frascos para muestras estéril de 60 ml (parámetros microbiológicos)
- Un cooler para el transporte de muestras
- Frascos plásticos de boca ancha de 1000 ml (parámetros biológicos)
- Equipo portable multiparamétrico HACH
- GPS
- Cámara digital
- Botas de caucho
- Red D
- Bandeja plástica
- Guantes quirúrgicos
- Alcohol y formol

❖ **Índice de calidad fisicoquímicos y bacteriológico: ICA de Montoya**

Las muestras se recogieron en botellas plásticas de boca angosta para ser depositadas en el cooler, de esa forma mantenerlas a una temperatura adecuada y transportarlas con seguridad hasta llegar al laboratorio.

En el laboratorio se procesaron todas las muestras obtenidas, determinando los 18 parámetros de calidad de agua del ICA con la ayuda de los materiales descritos anteriormente.

❖ **Índices de calidad biológicos: ABI, ETP, BMWP**

Los macroinvertebrados son los organismos que han sido utilizados con mayor frecuencia en los estudios relacionados con la contaminación de los ríos, como indicadores de las condiciones ecológicas o de la calidad del agua.

Para la colección de las muestras se utilizó una red tipo “D”. En cada sitio de muestreo se realizó una colección multi-hábitat para cubrir todas las condiciones que se encuentran en los ríos (rápidos, lentos, pozas, vegetación acuática).

El material colectado fue puesto en un frasco plástico de boca ancha y adicionado alcohol etílico al 90% para la preservación de las muestras. En el laboratorio se abrió las muestras y se identificó el material siguiendo las guías de diversos autores (Roldán, 1996., Encalada, *et. al*, 2011), (Guía de evaluación de la calidad ecológica de ríos Andinos). Las muestras identificadas fueron etiquetadas y almacenadas en frascos plásticos sellados.

En cada punto se realizó el muestreo por 15 minutos para cubrir los diversos hábitats mencionados, se registró además la temperatura del agua, conductividad eléctrica, total de sólidos disueltos y potencial de hidrógeno (pH).

Índice de calidad biológico Andean Biotic Index (ABI)

Se escoge e identifica a las familias de macrobentos, luego se calcula el índice, sumando el puntaje de cada una de las familias encontradas en los diferentes puntos; esta metodología no toma en cuenta el número de individuos de las familias presentes.

Índice biológico BMWP de Colombia.

Al igual que el índice ABI, se suma el puntaje que da el índice a cada una de las familias encontradas y no se toma en cuenta el número de individuos de las familias presentes; la diferencia está en que cada índice califica de distinta manera a los macrobentos.

Índice biológico ETP

Este índice toma en cuenta a los individuos de las familias que se encontrados en el muestreo, se inicia sumando a los individuos de los órdenes: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera para luego dividir a la suma de todos los individuos de los órdenes encontrados, a esto se multiplica por 100 de esa manera dará el resultado final en términos de porcentaje.

3.5.1.2.1.3 Identificación de flora y fauna

Las especies encontradas en la zona de estudio, fueron las más representativas que se identificaron con el asesoramiento de un biólogo especialista en el tema.

- **Metodología.**

Se inició definiendo los grupos taxonómicos de interés: especies animales y vegetales, posteriormente se estableció siete transectos para la identificación, tres transectos a lo largo del río Ambato y los cuatro restantes ubicados en la periferia de la zona de estudio; como herramientas para el levantamiento de información se utilizó: guías de campo, claves dicotómicas y registros fotográficos. El muestreo se lo realizó durante cinco salidas al campo.

3.5.1.2.2 Información Secundaria

La información secundaria refiere a obtener, seleccionar y analizar información válida para la investigación de documentos existentes, los cuales fueron seleccionados cuidadosamente en coordinación con técnicos del GAD provincial de Tungurahua y son: Agenda Tungurahua desde la visión territorial-2011, Plan de Riego Tungrahua 2014-2029, Agenda Ambiental Tungurahua 2014, Gestión Actual de los Recursos Hídricos en la Subcuenca del río Ambato desde los Actores 2015 y Estudio actual del ecosistema páramos de Tungurahua 2015.

3.5.1.3 Tratamiento de la Información: análisis y selección.

En esta etapa metodológica la información obtenida fue validada, mediante procesos cíclicos de selección, categorización, análisis estadístico, comparación e interpretación de datos, lo cual permitió la elaboración de la línea base y formulación del Plan de Manejo motivo de la investigación. En esta etapa se formuló el análisis FODA como producto de la fase metodológica

- **Técnica de Investigación:** Técnica de análisis
- **Instrumento:** Registro de datos, software informáticos (Word, Excel, ArcGis)

3.5.1.4 Evaluación de Impactos.

Para medir el grado de afectación asociados a procesos y actividades que se desarrollan en la zona, se realizó la evaluación de impactos ambientales, identificando las

interacciones que se producen en el área de estudio y los factores ambientales, permitiendo identificar y ponderar los impactos.

- **Metodología**

Para la identificación de impactos ambientales se elaboró una matriz de doble entrada, en la cual se describen los componentes ambientales y las actividades ejecutadas en la zona de estudio que generan impactos. Ver tabla 4-66.

Para la evaluación de impactos ambientales se utilizó la Matriz modificada de Leopold, que permitió ponderar las interacciones entre las acciones (eje horizontal) y los factores ambientales (eje vertical). Ver tabla 4-67. Matriz Identificación de Impactos.

Se procedió a calificar los impactos de acuerdo a la intensidad, extensión y duración para calcular la magnitud; y se calificó los impactos de acuerdo a su reversibilidad, riesgo y extensión para calcular la importancia de acuerdo a los criterios de la tabla 2-6.

En cada celda de interacción se evaluó el grado de afectación al medio. Las celdas vacías indican que no existe interacción entre las actividades y el ambiente. En la columna de la derecha consta el Subtotal de cada una de las filas, el cual indica la frecuencia que un determinado componente ambiental es afectado positiva o negativamente por las actividades.

3.5.1.5 Formulación del Plan de Manejo.

El diseño del Plan de Manejo a partir de la evaluación de impactos establece acciones necesarias para prevenir, mitigar, controlar, compensar, y remediar los posibles impactos ambientales negativos o maximizar los impactos ambientales positivos.

- **Metodología**

Las medidas del Plan de Manejo se agrupan en cinco planes, cada uno de los cuales tiene un objetivo específico y compuesto por programas enfocados hacia una acción en particular.

Los planes del Plan de Manejo están presentados en forma de fichas, las cuales contiene información. Ver anexo 8.2.1 .Se debe iniciar con el nombre y la identificación de los planes, la identificación se hace utilizando las letras iniciales del plan, seguidas por el número consecutivo. Los planes se orientaron a proyectos de prevención y mitigación de impactos, capacitación y educación ambiental, restauración, desarrollo comunitario y actividades de seguimiento.

CAPITULO IV.

4 RESULTADOS.

4.1 Línea Base

4.1.1 Ubicación Geográfica y División Político Administrativa

La Intercuenca zona media del río Ambato es parte de la cuenca del río Ambato, que a su vez es parte del sistema hidrográfico de la cuenca alta del río Pastaza; la unidad hidrográfica se ubica al occidente de la cordillera de los Andes en la sierra central del Ecuador, cantón Ambato capital de la provincia de Tungurahua.

Limita al norte con las unidades hidrográficas de los ríos Calamaca y Alajua, al sur con la unidad hidrográfica del río Pachanlica, al este con la quebrada Terremoto y la unidad hidrográfica con código Pfastetter 4996925 y al oeste con la unidad hidrográfica 4996929, como se puede observar en el mapa 4-1.

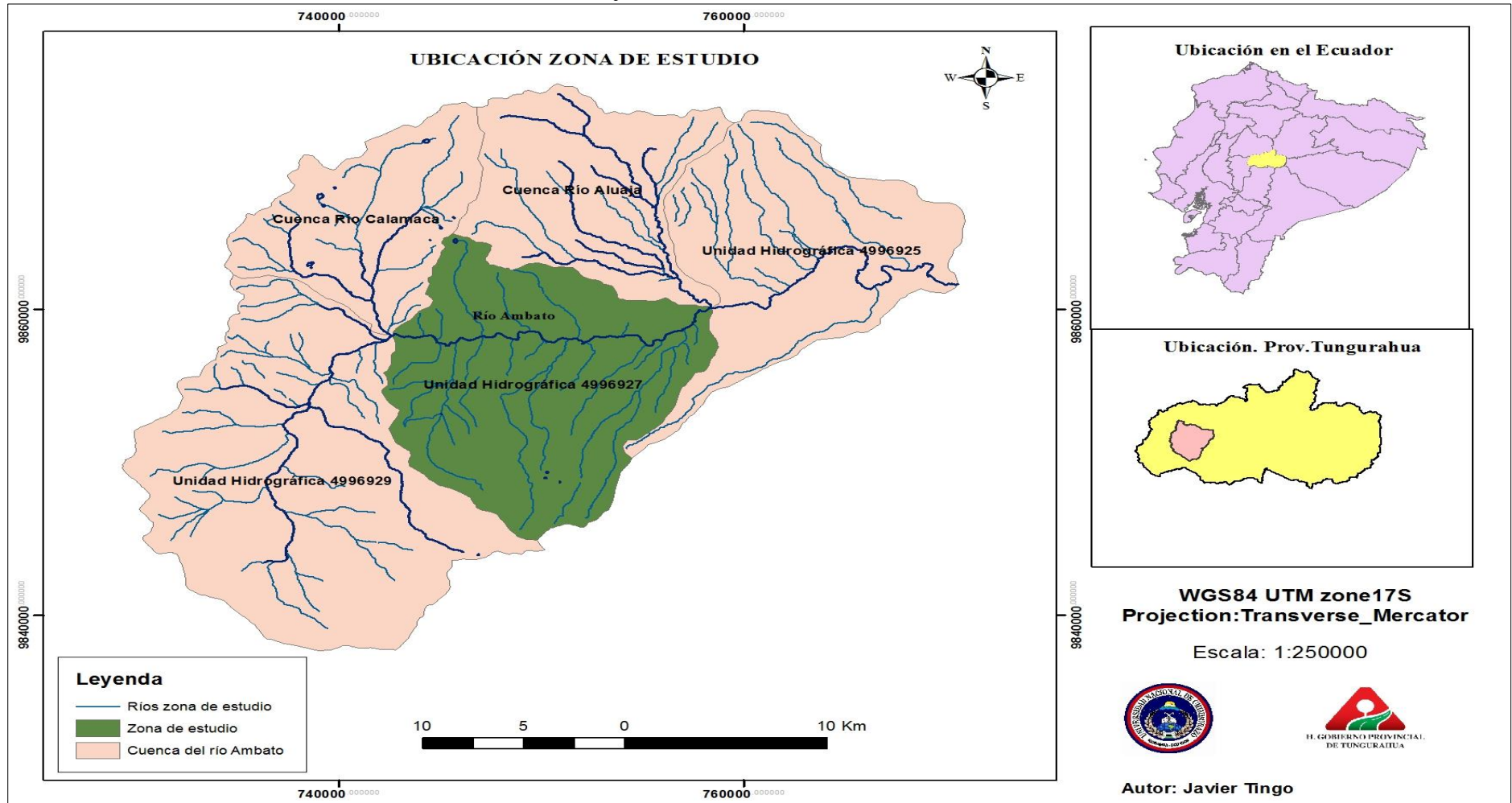
La división político administrativa de la zona de estudio (mapa 4-2).la integran los territorios de cinco parroquias: Pilahuín, San Fernando, Pasa, Juan Benigno Vela y Santa Rosa, las cuales pertenecen a las parroquias rurales del cantón Ambato.

4.1.2 Zona de Influencia Directa (ZID) e Indirecta (ZII)

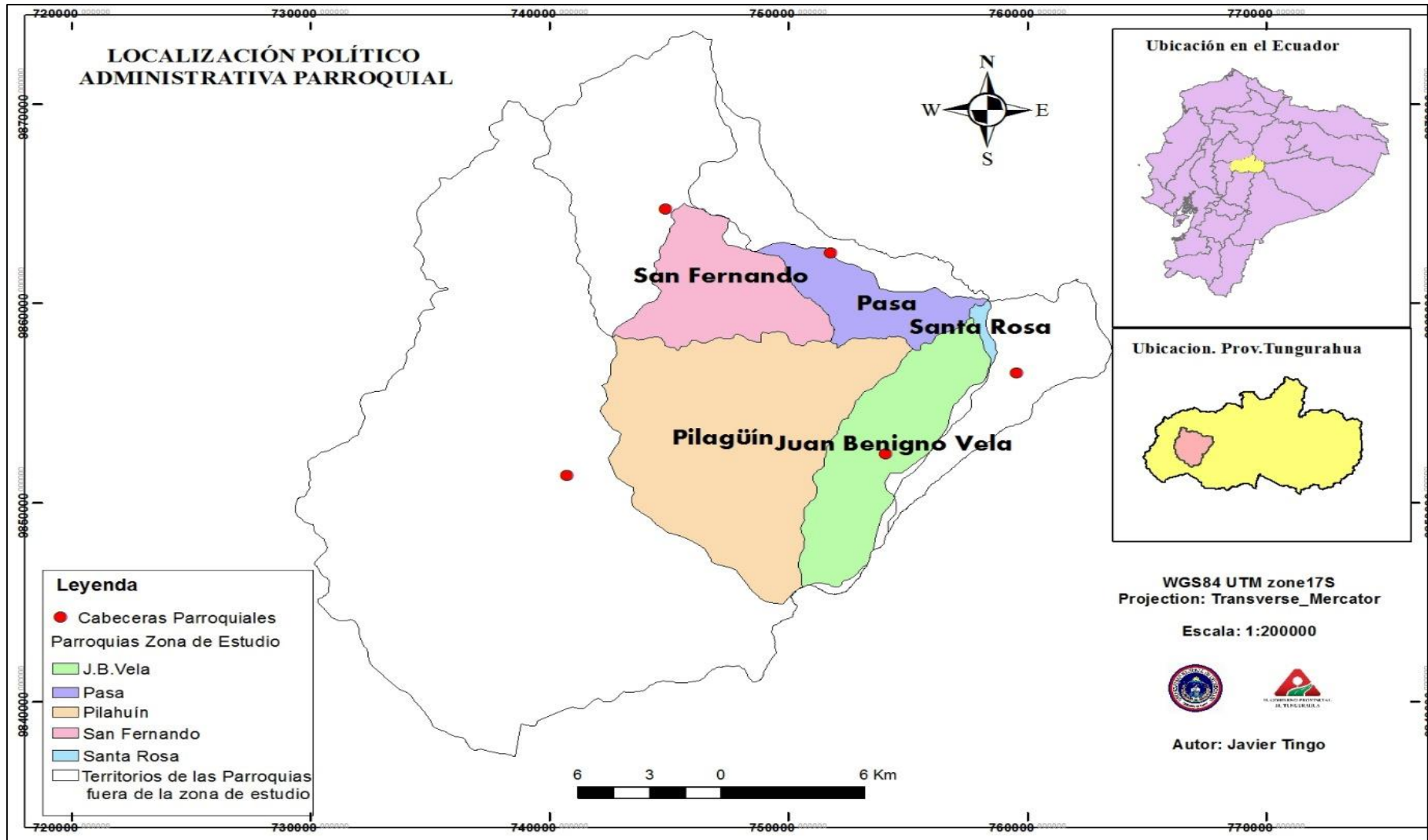
La zona de influencia directa es la unidad hidrográfica en estudio: cuenca media del río Ambato la cual tiene una superficie de 22.062 Ha.

La zona de influencia indirecta son las unidades hidrográficas que rodean a la zona de estudio cuenca del río Calamaca y río Alajua y la unidad hidrográfica código Pfastetter 4996929 (mapa 4-3), las cuales son afluentes de la zona de estudio. La zona de influencia directa tiene una superficie de 48.199 Ha.

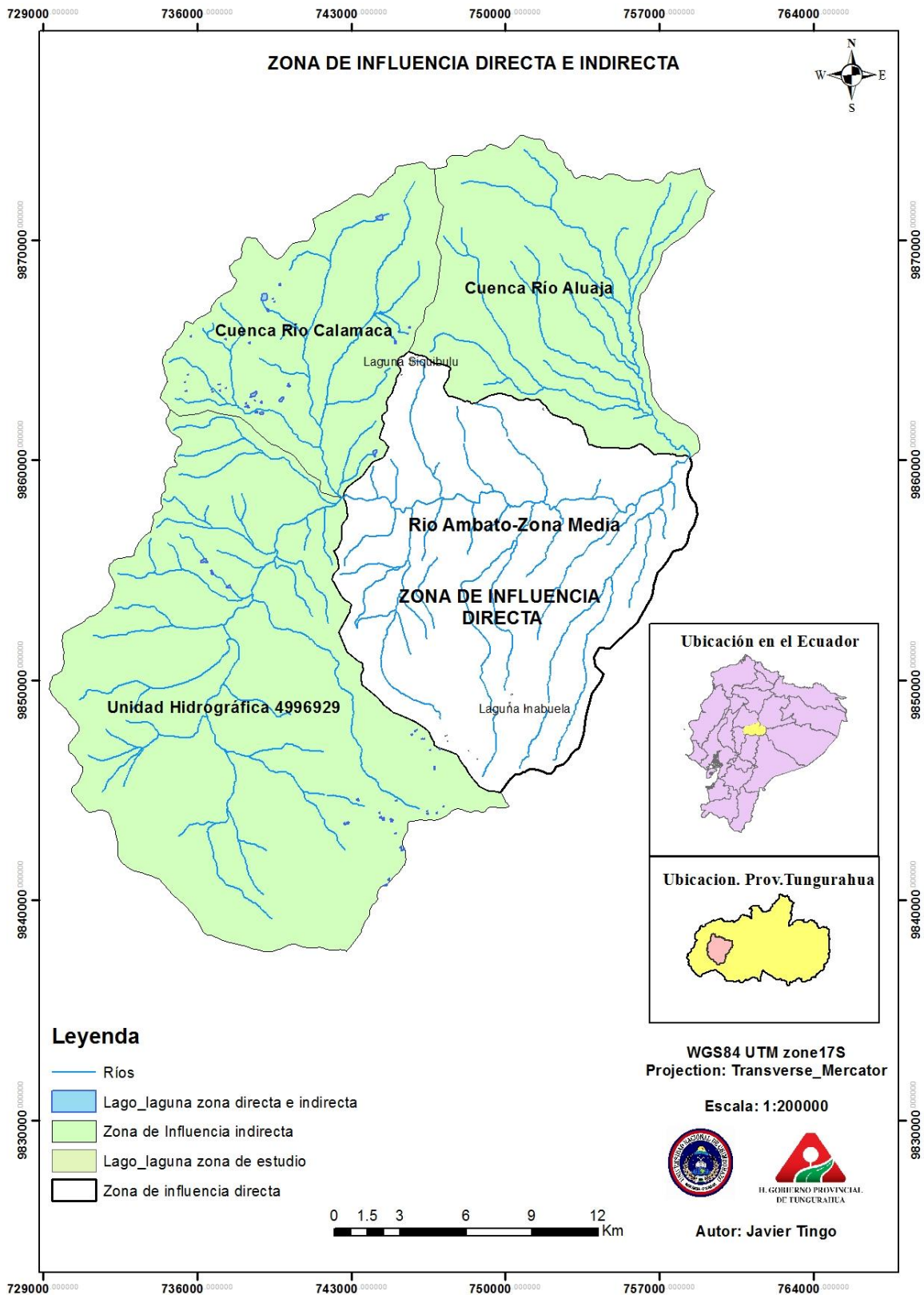
Mapa 4-1. Ubicación de la zona de estudio



Mapa 4-2. Localización Político Administrativa.



Mapa 4-3. Área de Influencia Directa e Indirecta



Elaboración Propia.

4.1.3 Medio Físico

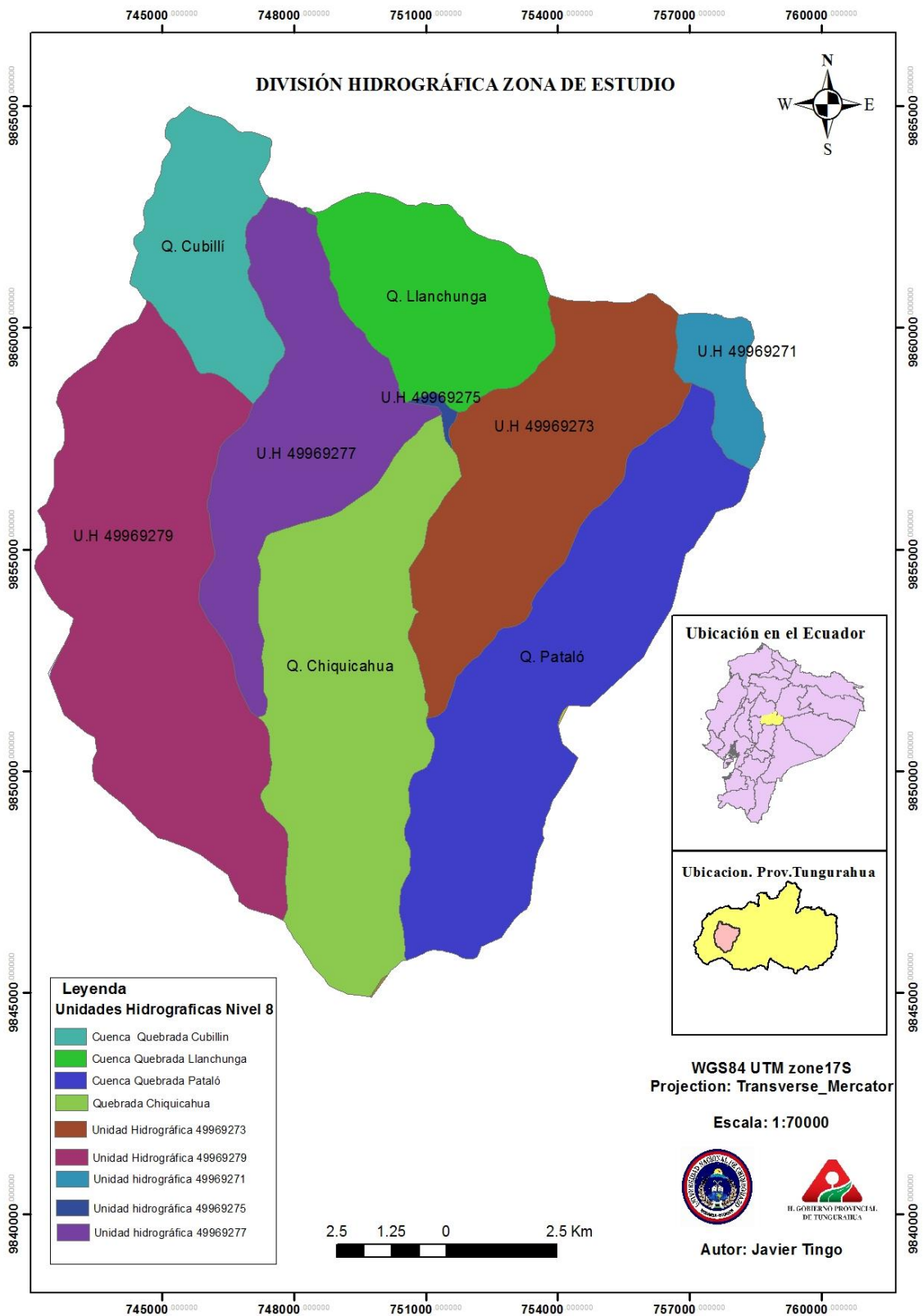
4.1.3.1 Hidrografía

4.1.3.1.1 División Hidrográfica.

La intercuenca zona media del río Ambato, según la división hidrográfica de SENAGUA la codifica en nivel 7 de código Pfasterter: 4996927, pertenece a la cuenca del río Ambato, la cual forma parte de la hidrografía del río Pastaza, que a su vez es parte de la cuenca alta del río Amazonas. La cuenca del río Ambato tiene una superficie 130.173 Ha que corresponde al 38,4 % de la superficie total de la provincia, la zona de estudio que tiene una superficie de 22.062 Ha ocupa el 6,5 % de Tungurahua.

En cuanto a la zona tiene como aportantes principales 9 unidades hidrográficas nivel 8 (mapa 4-4): quebrada Cubillín, quebrada Llanchungu, quebrada Chiquicahua, quebrada Pataló y las unidades de numeración Pfasterter: 49969271, 49969273, 49969275, 49969277, 49969279, las cuales confluyen en el río Ambato.

Mapa 4-4. División Hidrográfica Zona de Estudio



Elaboración Propia.

En la tabla 4-1 se describe la superficie de cada una de las unidades hidrográficas que son parte de la zona de estudio, según se describe a continuación:

Tabla 4-1. Unidades Hidrográficas que conforman la zona de estudio. GAD provincial de Tungurahua

Unidad Hidrográfica	Superficie Km²
Quebrada Cubillín	1.42
Quebrada Llanchungu	1.78
Quebrada Chiquicahua	3.65
Quebrada Pataló	3.60
Código 49969271	1.43
Código 49969273	2.80
Código 49969275	0.57
Código 49969277	2.36
Código 49969279	4.45
Total	22.06

En la tabla 4-2 se describe la superficie de los afluentes de los ríos Colorado, Blanco, Calamaca Alajua y la quebrada Shihuay Huayco, unidades hidrográficas que aportan con sus aguas a la zona de estudio.

Tabla 4-2. Unidades Hidrográficas que aportan aguas arriba a la zona de estudio. GAD provincial de Tungurahua

Unidad Hidrográfica	Superficie Km²
Río Colorado	164
Quebrada Shihuay Huayco	51
Río Calamaca	106
Río Alajua	123
Río Blanco	38
Total	482

4.1.3.1.2 Principales usos de agua.

La zona de estudio registra un total de 130 concesiones para diferentes usos de agua de acuerdo a la base de datos de SENAGUA (tabla 4-3), siendo el principal uso el riego con 70 concesiones, seguido de agua para consumo humano con 47 concesiones y abrevaderos con 6 concesiones, el restante número de concesiones se destina a piscícolas, industria y termales.

Tabla 4-3. Usos de Agua. GAD provincial de Tungurahua

Usos de agua	Concesiones	Caudal (l/s)
Consumo Humano	47	493,054

Riego	70	472,66
Termales	1	1,22
Abrevaderos	6	0,25
Hidroelectricidad	0	0
Agua Embazada	0	0
Piscícolas	3	20,1
Turismo	0	0
Fuerza Mecánica	0	0
Industria	3	24,2
Otros	0	0

El caudal concesionado para riego (90%) irriga 13.243 Ha; el caudal para consumo humano (9%) sirve a 180.358 habitantes que representa el 54% del total de la población del cantón Ambato; el 1 % del caudal restante es utilizado para industrias, piscícolas, termales y abrevaderos.

4.1.3.2 Geomorfología.

El análisis morfométrico de la zona de estudio permite comprender la influencia que tiene el relieve de la unidad hidrográfica con las variaciones climáticas, precipitaciones, flora, fauna, etc.

El análisis morfométrico realizado con el ArgGis determinan los parámetros morfométricos de la cuenca, con los siguientes resultados:

- **Geomorfología cuenca del río Ambato.**

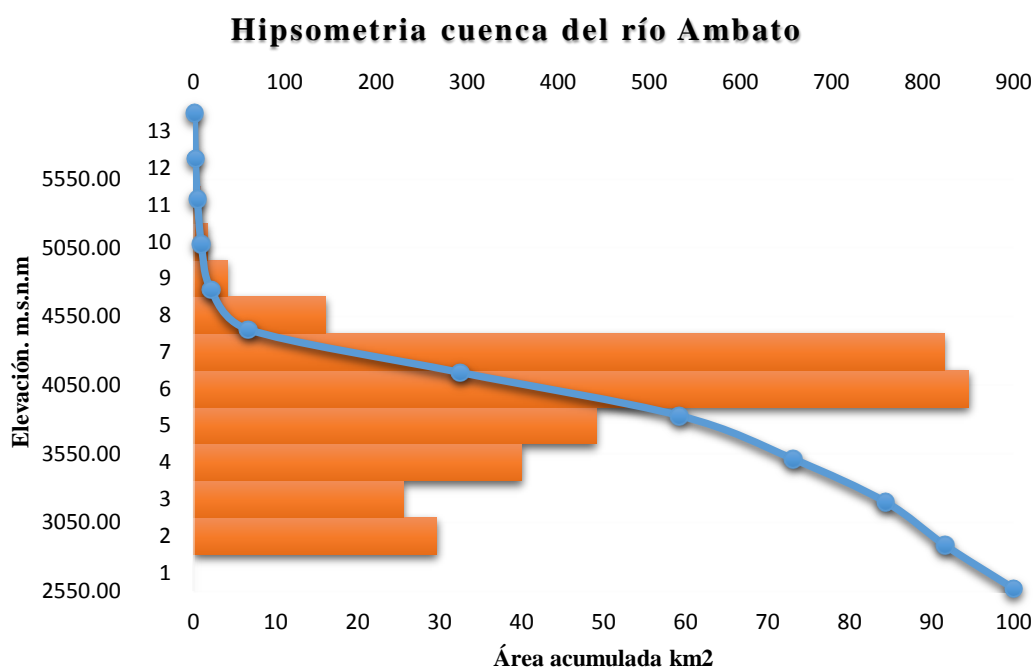
El análisis geomorfológico de la cuenca del río Ambato (tabla 4-4) muestra que el área es de 927 Km², es decir es una cuenca de tamaño intermedio-grande. La orientación del río principal es hacia el este, sus aguas confluyen en la cuenca alta del río Pastaza que desemboca en la cuenca del río Amazonas. El índice de compacidad es de 1.29 lo que significa que es una cuenca oval alargada por lo que la precipitación que recibe tarda más en llegar a la salida. El factor de forma es de 0.59 mostrando crecida en eventos fuertes de precipitación, el caudal pico se acumula en la salida. La pendiente media de la cuenca que es de 22.07 % lo cual es accidentada. La relación de elongación es de 0,86 esto indica que la cuenca tiene relieve pronunciado y es medianamente pronunciada.

Tabla 4-4. Geomorfología cuenca del río Ambato. Datos de la Investigación

Geomorfología zona de influencia directa e indirecta			
Nombre	Sigla	Unidad	Valor
Área	A	Km ²	927,08
Perímetro	P	Km	139,45
Cota máxima	Cmax	msnm	6280
Cota mínima	Cmin	msnm	2320
Centroide x	Cx	UTM	749296
Centroide y	Cy	UTM	9856861
Centroide z	Cz	m.s.n.m	4247,94
Índice de compacidad	Ic	adimensional	1,29
Longitud media	Lc	Km	39,79
Factor de forma	Ff	adimensional	0,59
Relación de elongación	Re	adimensional	0,86
Relación de circularidad	Rci	adimensional	0,60
Área sobre la curva	As	Km ²	124287,409
Área bajo la curva	Ab	Km ²	488230,91
Relación Hipsométrica	Rh	adimensional	2,55
Altitud media	Amed	msnm	4247,94
Altitud más frecuente	Amf	msnm	3827,78
Altitud de frecuencia media	Afm	msnm	3974,02
Pendiente media de la cuenca	Pmc	%	22,07
Propiedades de la red hídrica			
Longitud del cauce principal	Lcp	m	39,79
Número de canales o ramales	Nt	Adimensional	130
Densidad hidrográfica	Dh	Km – 1	0,14
Altura máxima del río	Hmax	Msnm	4645,9
Altura mínima del río	Hmin	Msnm	2320

La curva hipsométrica de la cuenca del río Ambato muestra que la unidad hidrográfica (gráfico 4-1), se encuentra en una etapa de madurez y equilibrio, con fase de río tipo B, presentando una actividad erosiva media.

Gráfico 4-1. Curva Hipsométrica cuenca del río Ambato



Fuente 4-1. Datos de la investigación. Elaboración propia

- **Geomorfología cuenca media del río Ambato.**

El análisis geomorfológico de la zona de estudio (tabla 4-5) muestra que el área es de 220 Km², es decir es una cuenca de tamaño intermedio pequeño. La orientación del río principal es hacia el este, sus aguas confluyen en la cuenca baja del río Ambato. El índice de compacidad es de 1.24 lo que significa que es una cuenca oval redonda por lo que la precipitación que recibe tarda más en llegar a la salida.

El factor de forma es de 0.59 mostrando crecida en eventos fuertes de precipitación, el caudal pico se acumula en toda la unidad hidrográfica. La pendiente media de la cuenca que es de 34.77 % lo cual es fuerte accidentada. La relación de elongación es de 0,92 esto indica que la cuenca tiene relieve pronunciado y zonas medianamente pronunciadas.

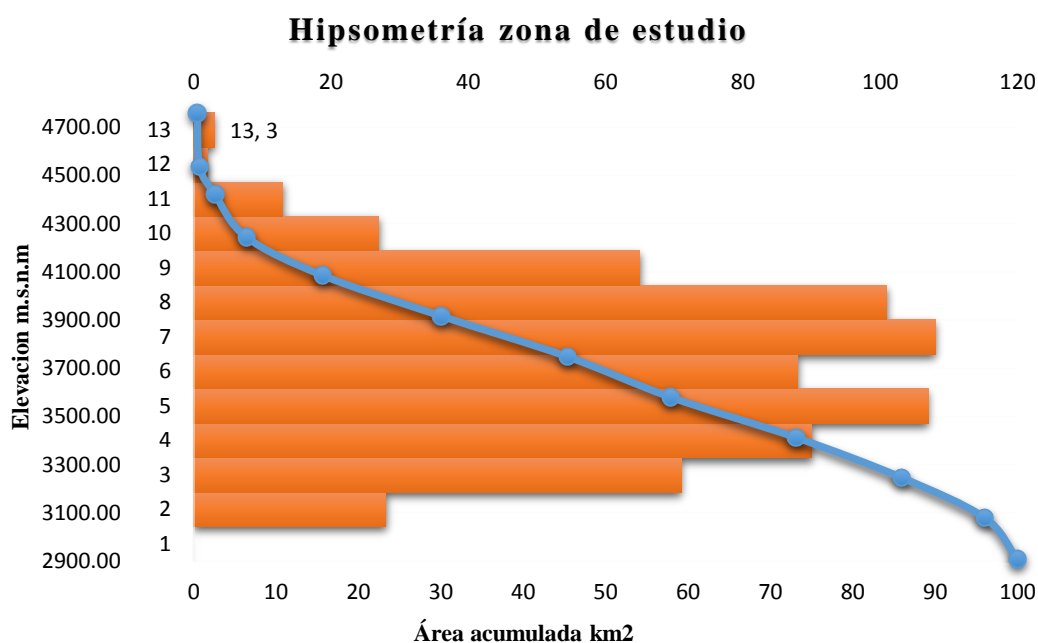
Tabla 4-5. Geomorfología zona de estudio. Datos de la investigación.

Geomorfología zona de estudio			
Nombre	Sigla	Unidad	Valor 2
Área	A	Km ²	220,14

Perímetro	P	Km	63,03
Cota máxima	Cmax	m.s.n.m	4880
Cota mínima	Cmin	m.s.n.m	2720
Centroide x	Cx	UTM	750063
Centroide y	Cy	UTM	9855017
Centroide z	Cz	m.s.n.m	3901
Índice de compacidad	Ic	adimensional	1,24
Longitud media	Lc	Km	17,47
Factor de forma	Ff	adimensional	0,67
Relación de elongación	Re	adimensional	0,92
Relación de circularidad	Rci	adimensional	0,64
Área sobre la curva	As	Km ²	644767,33
Área bajo la curva	Ab	Km ²	280730,67
Relación Hipsométrica	Rh	adimensional	2,29
Altitud media	Amed	m.s.n.m	3901
Altitud más frecuente	Amf	m.s.n.m	3748,82
Altitud de frecuencia media	Afm	m.s.n.m	3720,71
Pendiente media de la cuenca	Pmc	%	34,77
Propiedades de la red hídrica			
Longitud del cauce principal	Lcp	m	17,47
Número de canales o ramales	Nt	Adimensional	31
Densidad hidrográfica	Dh	Km – 1	0,15
Altura máxima del río	Hmax	Msnm	3280
Altura mínima del río	Hmin	m.s.n.m	2720

La curva hipsométrica de la zona de estudio (gráfico 4-2), muestra que la unidad hidrográfica se encuentra en una etapa de madurez y equilibrio, con fase de río tipo B, representando una actividad erosiva media.

Gráfico 4-2. Curva Hipsométrica Zona de Estudio



Fuente 4-2. Datos de la investigación. Elaboración propia

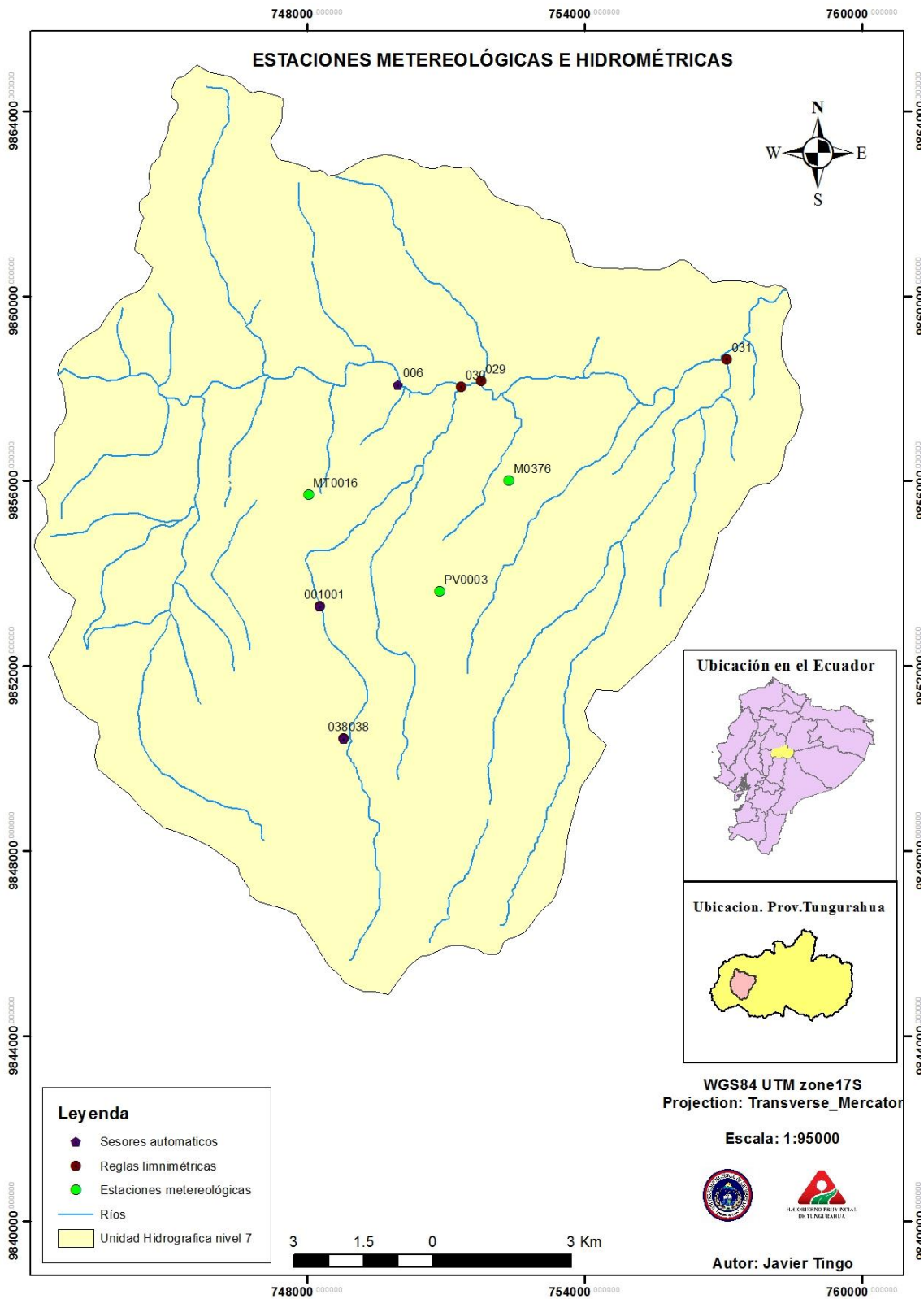
4.1.3.3 Meteorología.

En la zona de estudio predomina el clima frío templado, esta zona tiene influencia estacional a través del cañón del Pastaza, cuyos vientos modifican el clima de la región, generando zonas frías de serranía, y pequeñas zonas con características climáticas propias.

4.1.3.3.1 Estaciones meteorológicas.

En la zona de estudio existen siete estaciones meteorológicas (mapa 4-5), las cuales pertenecen a diferentes instituciones gubernamentales: GAD provincial de Tungurahua, INAMHI, MAE Tungurahua; de las cuales algunas no están en funcionamiento por su mal estado o las instituciones a cargo no les han puesto en operación.

Mapa 4-5. Estaciones meteorológicas



Elaboración Propia.

La tabla 4-6 describe en detalle las características de cada una de las estaciones meteorológicas de la zona.

Tabla 4-6. Estaciones meteorológicas zona de estudio. GAD provincial de Tungurahua

Tipo de estación	Nombre estación	Código estación	Pertenencia	Coordenadas	Parámetros de medida
Meteorológica	Chiquiurco	HGTP-MT-01	GAD Tungurahua	X= 743787 Y= 9866064	Temperatura Max, Temperatura Min, Temperatura, Humedad relativa Max, Humedad relativa Min, Humedad Relativa, Precipitación, Dirección y Velocidad de Viento.
Meteorológica	Cunuyacu	EMT-01	MAE- Tungurahua	X= 739543 Y= 9847436	Temperatura Max, Temperatura Min, Precipitación, Dirección y Velocidad de Viento.
Meteorológica	Mula Corral	HGTP-MT-010	GAD Tungurahua	X=743787 Y=9866064	Temperatura Max, Temperatura Min, Temperatura, Humedad relativa Max, Humedad relativa Min, Humedad Relativa, Precipitación, Dirección y Velocidad de Viento.
Meteorológica	Pilahuín	HGTP-PV-03	GAD Tungurahua	X= 750859 Y= 9853610	Precipitación
Meteorológica	Pilahuín	M376	GAD Tungurahua	X= 750859 Y= 9853610	Precipitación
Meteorológica	Tamboloma	EMT-02	MAE- Tungurahua	X= 759673 Y= 9851212	Temperatura Max, Temperatura Min, Precipitación, Dirección y Velocidad de Viento.
Meteorológica	Calamaca Convenio	HGTP-MT-09/MA1Y	GAD Tungurahua	X= 742485 Y= 9858357	Temperatura Max, Temperatura Min, Temperatura, Humedad relativa Max, Humedad relativa Min, Humedad Relativa, Precipitación, Dirección y Velocidad de Viento.

4.1.3.3.2 Datos meteorológicos.

La unidad hidrográfica tiene una precipitación media anual de 864.8 mm; la humedad relativa es de 82%; la tendencia de la dirección del viento es S, SSO, SO. La tabla 4-7

muestra datos meteorológicos de la zona de estudio, generados las estaciones meteorológicas de la unidad hidrográfica.

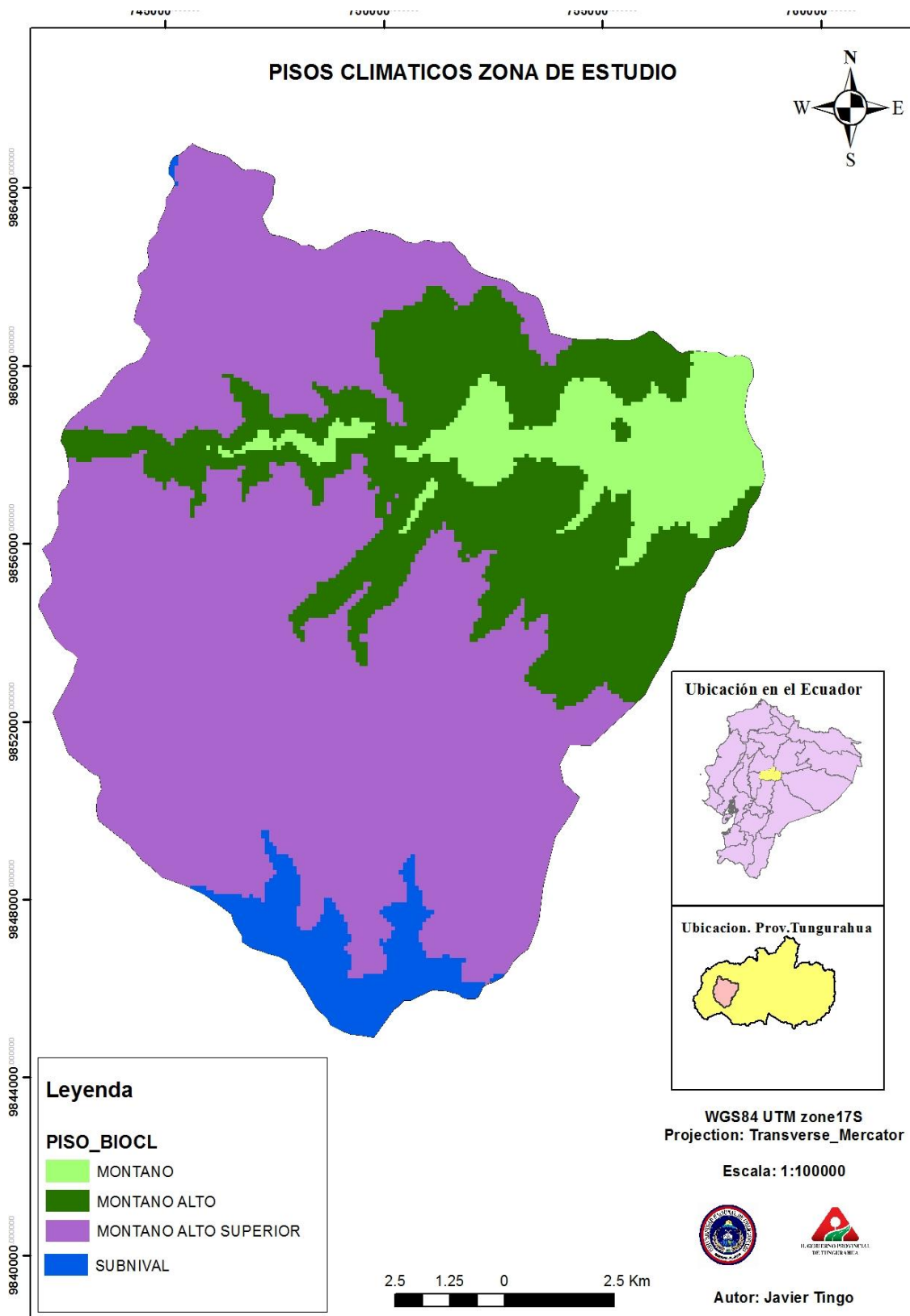
Tabla 4-7. Datos meteorológicos zona de estudio. GAD provincial de Tungurahua

Datos meteorológicos-zona de estudio		
T° Media	6.97	° C
T° Máxima	14.17	° C
T° Mínima	4.98	° C
Humedad relativa	82.57	%
Precipitación media anual	864.80	mm
Precipitación máxima diaria	23.87	mm
Días de lluvia	173	
Velocidad media del viento	2.60	m/s
Dirección Media Anual del Viento	SO	

4.1.3.3.3 Zonas climáticas

El mapa 4-6 demuestra que la unidad hidrográfica tiene cuatro pisos o zonas climáticas, que se describen continuación:

Mapa 4-6. Pisos Bioclimáticos.



Elaboración Propia.

- **Montano.**

Donde existen bosques mixtos de coníferas y árboles caducifolios, de clima templado frío y con una temperatura promedio de 8°C a 15°C. Son regiones que han cedido paso a la agricultura y ganadería. Se encuentran por encima de 2000 y alcanzan 2700 msnm; son bosques bajos, densos, con numerosas epífitas que se incrementan con la humedad. Siempre verdes, diversos, con pocos elementos caducifolios y poca evidencia de estacionalidad, excepto los más secos.

- **Montano alto**

Con zonas por encima de 2700 m.s.n.m y llegan hasta el límite de los árboles cerca de los 3200 m.s.n.m en condiciones favorables. Tiene bosques bajos, muy densos, con gran abundancia de epífitas que ayudan a condensar la humedad. Producción alta de materia orgánica que da lugar a una gran acumulación en el suelo. Existen variada especies de insectos, colibríes, osos andinos, cóndores. Zonas importantes en ciclos hidrológicos. Suelos ácidos pero aptos para pastos y papa; muy presionados por uso agropecuario.

- **Montano alto superior**

Con zonas que se encuentra ubicadas entre los 3200 – 3800 m.s.n.m., con pendientes que van de onduladas a muy escarpadas con temperaturas promedio de 10°C; tiene vegetación de pajonales y matorrales alto andinos

- **Subnival**

Zona de los andes que tienen una altura que va de 4000-5300 m.s.n.m, la temperatura es relativamente baja menores a los 10°C; tiene vegetación abierta geliturbada alto andina.

4.1.3.4 Suelos.

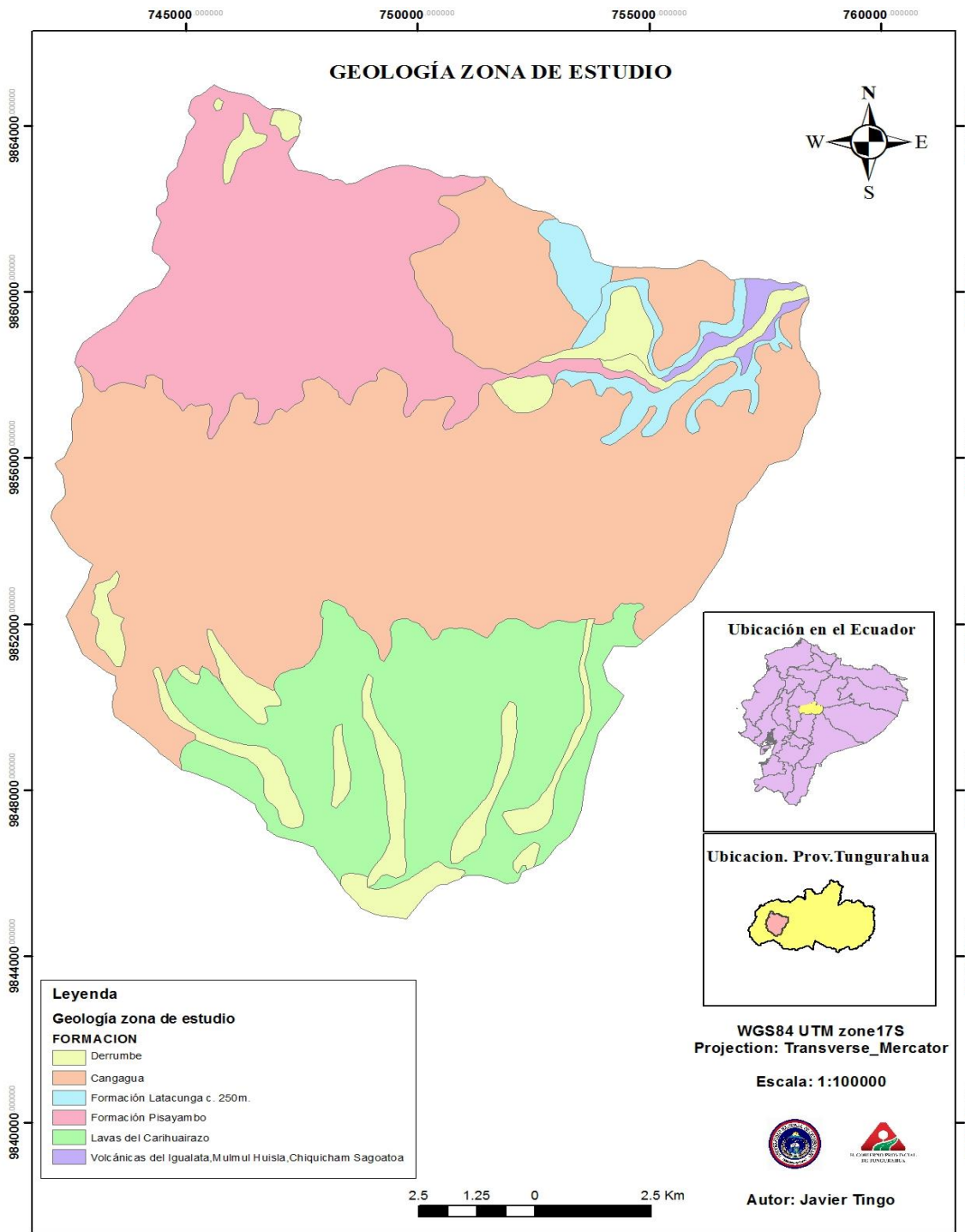
4.1.3.4.1 Geología.

El cantón Ambato está ubicado en el centro de la provincia de Tungurahua, presenta una topografía irregular caracterizada por un relieve ondulado y montañoso característico de las estribaciones de cordillera en la cual destacan la presencia de volcanes, montes,

planicies y valles. La ciudad se asienta dentro de una hondonada formada por las mesetas de Píllaro, Quisapincha, Tisaleo, Quero, Huambaló y Cotaló.

Las formaciones geológicas (mapa 4-7) que existen en la zona de estudio son Latacunga, Pisayambo, Lavas del Carihuairazo, lavas del Igualata, cangagua y derrumbes.

Mapa 4-7. Geología zona de estudio

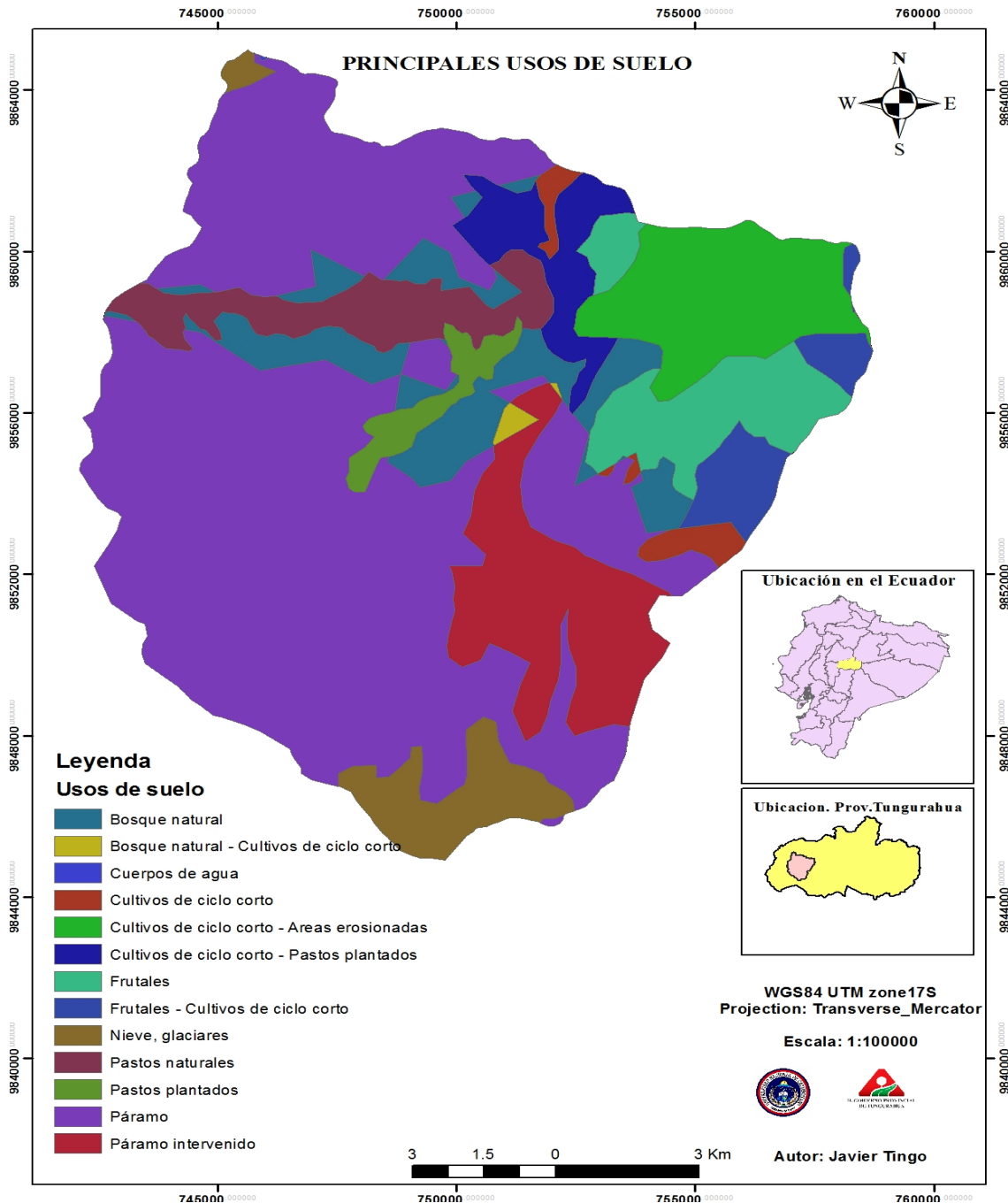


Elaboración Propia.

4.1.3.4.2 Usos de Suelo

Los principales usos de suelo en la unidad hidrográfica (mapa 4-8) son páramo ya sean estos intervenidos o no, en segundo lugar está el uso del suelo dedicado a cultivos de ciclo corto, en tercer lugar los cultivos de frutales y pastos naturales o plantados; son los usos de suelo más comunes en la zona de estudio.

Mapa 4-8. Usos de suelo zona de estudio



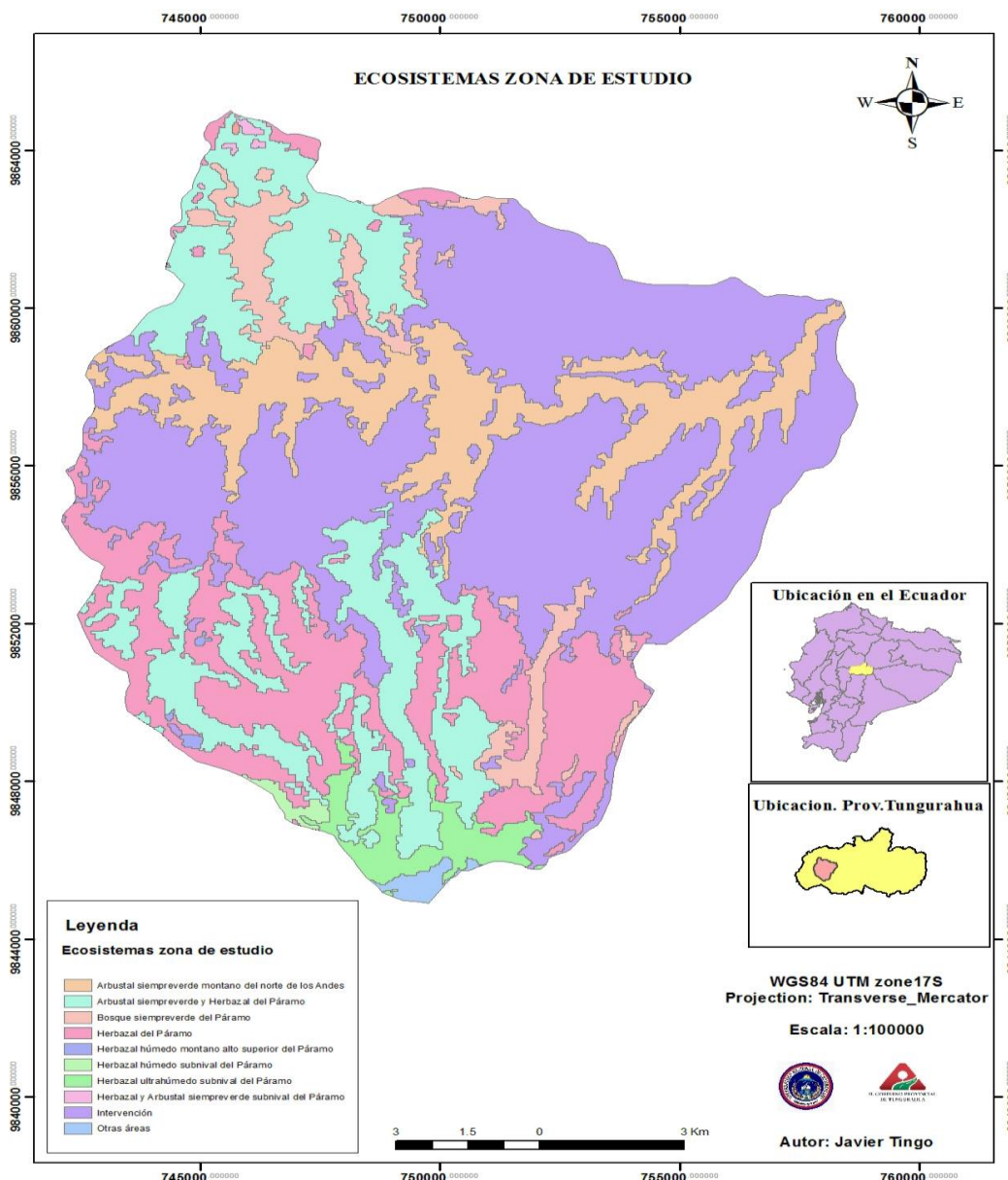
Elaboración propia

4.1.4 Medio Biótico

4.1.4.1 Ecosistemas naturales

En la zona de estudio existen ocho ecosistemas como se observa en el mapa 4-9: Bosque siempre verde montano del norte de los Andes, Arbustal siempre verde y herbazal del páramo, Bosque siempre verde del páramo, Herbazal de páramo, Herbazal húmedo, Montano alto superior del páramo, Herbazal húmedo subnival del Páramo, Herbazal ultrahúmedo subnival del páramo, Herbazal y arbustal siempre verde subnival del Páramo; existen zonas intervenidas y otro tipo de zonas.

Mapa 4-9. Ecosistemas naturales zona de estudio



Elaboración propia.

4.1.4.2 Flora y Fauna.

La variedad de características geográficas, geológicas y climáticas son las condiciones que influyen en la fisonomía de la fauna y vegetación, lo que permite el crecimiento de diferentes tipos de formas de vida.

Es necesario señalar que la zona de estudio se encuentra intervenida en sus condiciones naturales por tal razón no se espera encontrar características realmente propias de la zona en cuanto aspectos bióticos.

Para la caracterización de la flora y fauna se realizó varios recorridos en el campo, posteriormente la determinación de puntos de observación estratégicos tanto en el área de afluentes del río Ambato como en la periferia de la unidad hidrográfica y finalmente la identificación de las especies vegetales y animales más representativas del sector, dando los siguientes resultados:

4.1.4.2.1 Flora

Las especies vegetales identificadas en la zona de estudio (tabla 4-8) son especies endémicas e introducidas, debido a que la unidad hidrográfica es una zona intervenida.

Tabla 4-8. Especies vegetales. Datos de la investigación

Familia	Nombre científico	Nombre común
Solanaceae Poacea	Cortadeira sp	Sigse
Captaceae	Trichocereus pachanoi	Captus San Pedro.
Solanaceae	Nicotiana Glauca	Palán, tabaco silvestre
Asteraceae	Baccharis polyanth	Chilca
Asteraceae	Ambrosia persiana	Altamisa
Asteraceae	Bidens ferulifolia	Verbena amarilla
Compuestas	Taraxacum officinale	Diente de león
Labiadas	Medicago sativa	Alfalfa
Rosáceas	Prunus serótina subsp. capuli	Capulí
Myrtaceae	Eucaliptus sp.	Eucalipto
Cupressaceae	Cupressus serpenvirens	Ciprés
Amaranthaceae	hybridus	Amaranto

Gramineas o póaceas	Phalaris Canariensis	Alpiste
Apiaceae	Azorella	Asarina
Araliaceae	Hydrocotyle	Paraguaita
Apiaceae	Hidrocotyle humboldtii	Paraguit
Boraginaceae	Borago officinalis	Borraja
Equisetaceae	Equisetum Bogotense	Cola de Cabello
Poaceae	Calamagrostis effusa	Paja
Bromeliaceae	Tillandsia sp.	Musgo blanco
Rosaceae	Polylepis incana	Arbol de papel o yagual
Apiaceae	Azorella cf. Pedunculata (Spreng)	Almohadilla
M&C		
Budlejaceae	Buddleja incana	Quishuar

4.1.4.2.2 Fauna

Las especies animales encontradas en la zona de estudio son descritas en la tabla 4-9, al igual que las especies vegetales son especies endémicas e introducidas.

Tabla 4-9. Especies animales. Datos de la investigación

Familia	Nombre científico	Nombre común
Muridae	Rattus norvegicus	Rata silvestre
Canidae	Dusicyon culpaeus	Lobo
Cervidae	Odocoileus virginianus	Venado
Marmosa	Robinsoni	Raposa
	Mustela frenata	Chucuri
Falconidae	Phlacoboenus carunculatus	Curiquingue
Trombiculidae	Zenaida auriculata	Tortola
Cardinalidae	Pheucticus chrysopeplus	Huirac-churo
Accipitridae	Buteo magnirostris	Gavilán
Trochilidae	Lesbia victorae	Picaflor
Emberizidae	Zonotrichia capensis	Copeton, Gorrion
Hemiphractidae	Gastrotheca riobambae	Rana marsupial de páramo
Rinidae	Pelophylax perezii	Rana común
Bufonidae	Bufo marinus	Sapo común
Lacertidos	Podarcis Muralis	Lagartija común
salmónimos	Oncorhynchus	Trucha

4.1.5 Hidrología

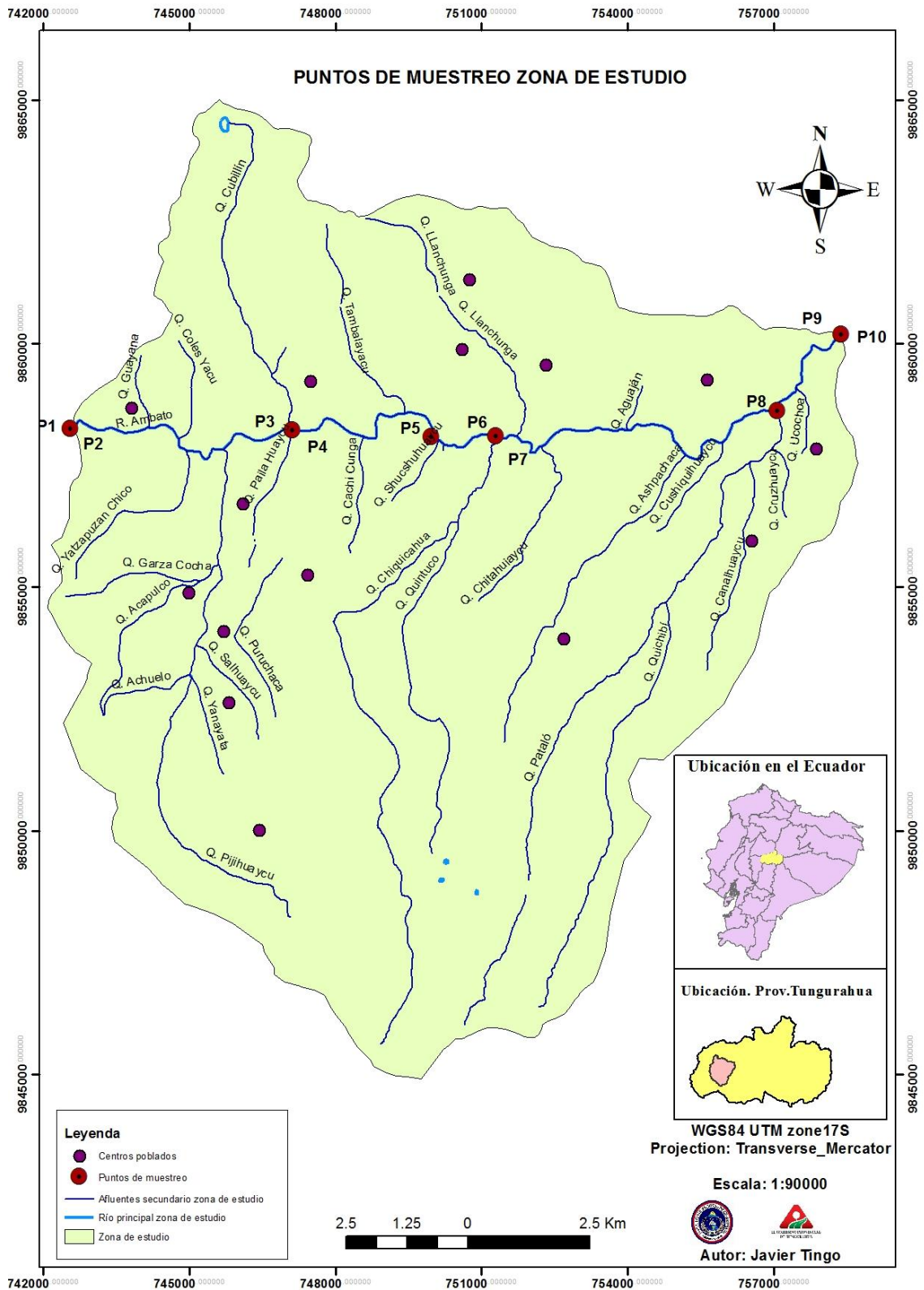
En la unidad hidrográfica se determinaron diez puntos de muestreo, los que fueron determinados en base a criterios como los afluentes más importantes que confluyen con el río Ambato a lo largo de su cauce principal, actividades antrópicas más representativas de la zona: actividades productivas, zonas de cultivo, poblados, etc. Los puntos de muestreo son descritos en la tabla 4-10.

Tabla 4-10. Puntos de muestreo zona de estudio. Datos de la investigación

N°	Referencia	Código	Nombre	X	Y	Altura
1	Unión del Calamaca con el Ambato	P1	Antes del Calamaca	742573	9858244	3260
2		P2	Después del Calamaca			
3	Unión de las quebradas Cubillín y Patahuaycu	P3	Antes de las QUEBRADAS. Cubillín y Patahuaycu	747119	9858215	3061
4		P4	Después de las QUEBRADAS. Cubillín y Patahuaycu			
5	Canal Huachi Pelileo	P5	Después del canal Huachi Pelileo	749977	9858083	2954
6	Quebrada Chiquicahua	P6	Antes Q. Chiquicahua	751305	9858098	2905
7		P7	Después Q. Chiquicahua			
8	Cantera el Salvador	P8	Después Cantera el Salvador	757065	9858617	2767
9	Río Alajua	P9	Antes de la unión del Río Alajua con el Ambato	758384	9860183	2725
10	Río Ambato	P10	Después de la unión del Río Alajua con el Ambato			

Los puntos de muestreo son sitios estratégicos en los cuales se realizó los muestreos de calidad y cantidad de agua (mapa 4-10), de los cuales se obtuvo información valiosa para conocer el estado ambiental de la zona de estudio. Los puntos están georreferenciados y fueron determinados estratégicamente durante el cauce principal de la unidad hidrográfica.

Mapa 4-10. Puntos de muestreo



Elaboración propia

4.1.5.1.1 Descripción de los puntos de muestreo

Punto 1

Antes de la confluencia de los ríos Ambato y Calamaca

La zona de estudio empieza desde la unión de los ríos Calamaca con el Ambato (fotografía 4-1), es el punto más alto (3400 m.s.n.m) y el de más difícil acceso por estar dentro de una hondonada, a 1 km aproximadamente para llegar al sitio de toma de muestra antes de la confluencia de los dos ríos.

Fotografía 4-1 Unión del río Calamaca con el Ambato



Punto 2

Después de la confluencia de los ríos Ambato y Calamaca

El punto se ubica después de la confluencia de los ríos Calamaca con el Ambato, 100 metros aguas abajo del río (fotografía 4-2), se determinó para ver la variación en términos de cantidad y calidad de agua que pueda tener después de la unión de los dos ríos.

Fotografía 4-2. Punto después de la confluencia de los ríos Ambato y Calamaca



Punto 3

Antes de la confluencia de las quebradas Cubillí y Patahuaycu

En este punto (fotografía 4-3), se ve mayor presencia de actividades agrícolas, ganaderas y poblaciones, convergen dos afluentes provenientes de las quebradas Cubillí y Patahuaycu con el río Ambato.

Fotografía 4-3 Punto antes de la confluencia de las quebradas Cubillí y Patahuaycu



Puntos 4

Después de la confluencia de las quebradas Cubillí y Patahuaycu

Está 100 metros abajo de la confluencia de las quebradas Cubillí y Patahuaycu (fotografía 4-4), al igual que los demás puntos de muestreo busca determinar la variación que exista en calidad y cantidad de agua.

Fotografía 4-4. Punto después de la confluencia de las quebradas Cubillí y Patahuaycu



Punto 5

Canal Huachi Pelileo (después)

Punto de muestreo después del canal Huachi Pelileo (fotografía 4-5), de gran importancia porque en este existe la toma de agua para el uso de la población del cantón Ambato.

Fotografía 4-5. Punto Canal Huachi Pelileo



Punto 6

Antes de la confluencia de la quebrada Chiquicahua con el río Ambato

Se encuentra 100 metros aguas arriba de la confluencia de la quebrada Chiquicahua con el río Ambato (fotografía 4-6), existe la presencia de actividades agrícolas y ganaderas.

Fotografía 4-6. Punto antes de la quebrada Chiquicahua



Punto 7

Después de la confluencia de la quebrada Chiquicahua con el río Ambato

Punto que fue definitivo para determinar la influencia del aporte de la quebrada Chiquicahua en el río Ambato 100 metros abajo de la confluencia (fotografía 4-7), existe la presencia de agricultura y ganadería y de ciertos poblados.

Fotografía 4-1. Después de la quebrada Chiquicahua



Punto 8

Después de la cantera el Salvador

El punto fue definido para analizar la influencia de la cantera como actividad productiva sobre el río Ambato (fotografía 4-8). En esta zona existe la presencia de sembríos de árboles frutales.

Fotografía 4-8. Punto después de la cantera el Salvador



Punto 9

Río Alajua

Punto de muestro en el río Alajua, fue definido para analizar la variación de la calidad y cantidad de agua entre los ríos Alajua y Ambato (fotografía 4-9), también ver el estado de este afluente porque se toma agua para consumo humano para la población del cantón Ambato.

Fotografía 4-9. Río Alajua



Punto 10

Río Ambato sector el puente

Punto de salida de la unidad hidrográfica a la zona baja de la cuenca del río Ambato (fotografía 4-10), zona de mayor contaminación.

Fotografía 4-10. Punto Río Ambato sector el puente

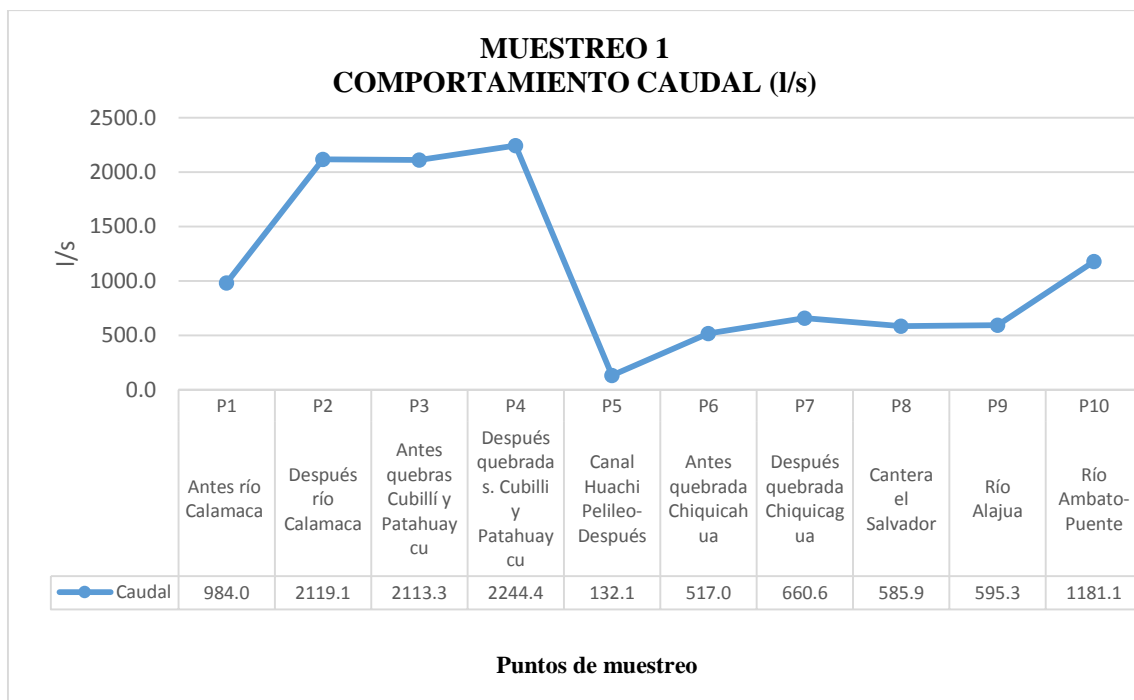


4.1.5.1.2 Cantidad de agua

El comportamiento del caudal a lo largo del río Ambato durante los muestreos realizados (octubre y noviembre) en los siete días de la semana, tiene un comportamiento variado (gráficos 4-3 y 4-4).

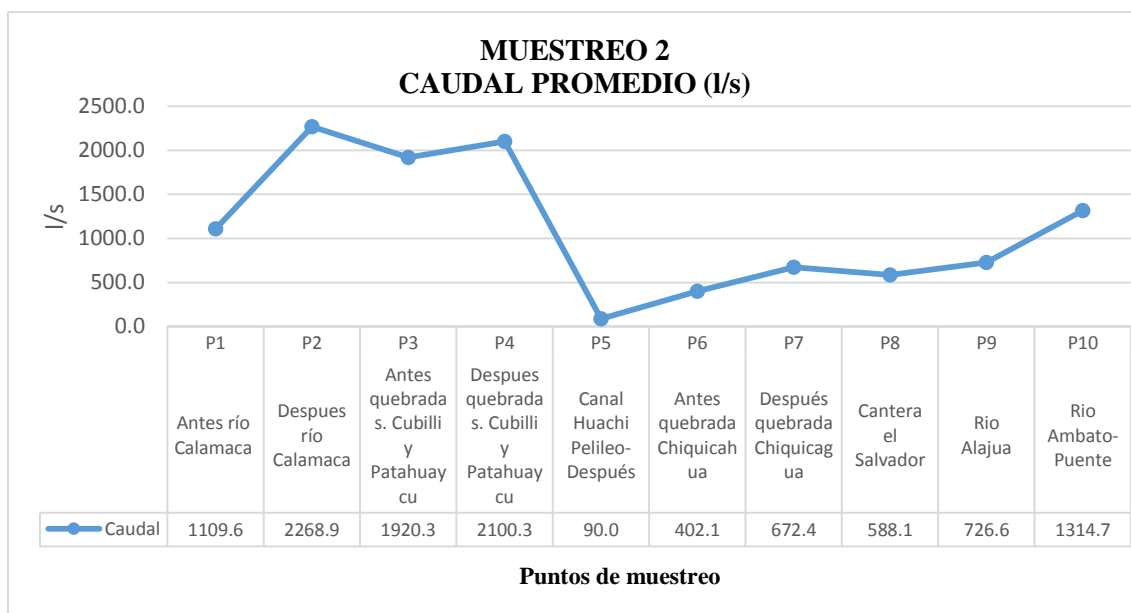
En los puntos de aforo iniciales, el caudal es alto y se va incrementando conforme los afluentes aportan al cauce principal del río; en el punto cinco el caudal sufre una reducción considerable debido que el canal Huachi Pelileo toma alrededor de 3000 l/s para diferentes usos de agua; el río Ambato queda con un caudal muy bajo que conforme avanza se va recuperando por los aportantes que se unen al río.

Gráfico 4-3. Caudal muestreo 1



Fuente 4-3. Datos de la Investigación. Elaboración propia

Gráfico 4-4. Caudal muestreo 2



Fuente 4-3. Datos de la Investigación. Elaboración propia.

4.1.5.1.3 Calidad de agua

4.1.5.1.3.1 Índice de calidad de Montoya

El índice de calidad de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, nos muestran el estado de calidad de agua en cada uno de los puntos de muestreo (anexo 8.3.5), ubicados en el cauce principal del río Ambato.

Resultados de calidad de agua zona media del río Ambato-ICA de Montoya

Los resultados de los puntos de muestreo son diferentes, la condición del estado de contaminación lo determina el índice de calidad (tabla 4-11). Para aguas poco contaminadas el rango es de 50-69 y aguas en condiciones aceptables de 70-84, en una escala de 0 a 100.

Tabla 4-11. Resultados calidad de agua zona media del río Ambato. Datos de la investigación

PUNTOS DE MUESTREO ZONA MEDIA RÍO AMBATO			
Código	Nombre	ICA	Condición
P1	ANTES DE LA CONFLUENCIA DE LOS RÍOS AMBATO Y CALAMACA	68	Poco contaminado

P2	DESPUÉS DE LA CONFLUENCIA DE LOS RÍOS AMBATO Y EL CALAMACA	66	Poco contaminado
P3	ANTES DE LA CONFLUENCIA DE LAS QUEBRADAS CUBILLÍ Y PATAHUAYCU	68	Poco contaminado
P4	DESPUÉS DE LA CONFLUENCIA DE LAS QUEBRADAS CUBILLÍ Y PATAHUAYCU	65	Poco contaminado
P5	CANAL HUACHI PELILEO (DESPUÉS)	64	Poco contaminado
P6	ANTES DE LA CONFLUENCIA DE LA QUEBRADA CHIQUICAHUA CON EL RÍO AMBATO	65	Poco contaminado
P7	DESPUÉS DE LA CONFLUENCIA DE LA QUEBRADA CHIQUICAHUA CON EL RÍO AMBATO	66	Poco contaminado
P8	DESPUÉS DE LA CANTERA EL SALVADOR	68	Poco contaminado
P9	RÍO ALAJUA	73	Aceptable
P10	RÍO AMBATO SECTOR EL PUENTE	69	Poco contaminado

4.1.5.1.3.2 Índices de calidad biológicos: ABI, BMWP, ETP

4.1.5.1.3.2.1 Índice de calidad biológico ABI

El índice ABI muestra resultados muy variados, los puntos de muestreo de calidad buena son los primeros puntos (P1, P2) ubicados en la zona más alta de la unidad hidrográfica y el punto de muestreo en el río Alajua (P9), el agua es de calidad regular según desciende el río; los puntos P8 y P10 en la zona baja son de mala calidad.

Conforme desciende el río Ambato la calidad de agua se ve afectada (anexo 8.3.6).

Resultados de calidad de agua zona media del río Ambato-Índice ABI

Los resultados obtenidos (tabla 4-12) están en los rangos de calidad buena regular y mala, según la escala del índice ABI.

Tabla 4-12. Resultados calidad de agua. Índice ABI. Datos de la investigación

Código	Punto de muestreo	ABI	Calidad de agua
P1	ANTES DE LA CONFLUENCIA DE LOS RÍOS AMBATO Y CALAMACA	83	Buena
P2	DESPUÉS DE LA CONFLUENCIA DE LOS RÍOS AMBATO Y EL CALAMACA	77	Buena
P3	ANTES DE LA CONFLUENCIA DE LAS QUEBRADAS. CUBILLÍ Y PATAHUAYCU	60	Regular
P4	DESPUÉS DE LA CONFLUENCIA DE LAS QUEBRADAS CUBILLÍ Y PATAHUAYCU	68	Regular
P5	CANAL HUACHI PELILEO (DESPUÉS)	56	Regular
P6	ANTES DE LA CONFLUENCIA DE LA QUEBRADA CHIUICAHUA CON EL RÍO AMBATO	59	Regular
P7	DESPUES DE LA CONFLUENCIA DE LA QUEBRADA CHIUICAHUA CON EL RÍO AMBATO	63	Regular
P8	DESPUÉS DE LA HORMIGONERA	39	Mala
P9	RÍO ALAJUA	74	Buena
P10	RÍO AMBATO SECTOR EL PUENTE	38	Mala

Fuente. 4-1. Datos de la Investigación. Elaboración propia.

4.1.5.1.3.2.2 Índice biológico BMWP de Colombia.

Los resultados nos señalan que casi en todos los puntos de muestreo (anexo 8.3.7) que las aguas son ligeramente contaminadas, los puntos P8 y P10 están en el rango de aguas moderadamente contaminadas.

Resultados de calidad de agua zona media del río Ambato-Índice BMWP/Col.

Los resultados que el índice de calidad muestra son aguas ligeramente contaminadas en un rango de 61-100 y aguas moderadamente contaminadas de 36-60, como se evidencia en la tabla 4-13.

Tabla 4-13. Resultados de calidad de agua zona media del río Ambato. Índice BMWP. Datos de la investigación

Código	Punto de muestreo	BMWP/Col.	Calidad de agua
P1	ANTES DE LA CONFLUENCIA DE LOS RÍOS AMBATO Y CALAMACA	92	Aguas ligeramente contaminadas
P2	DESPUÉS DE LA CONFLUENCIA DE LOS RÍOS AMBATO Y EL CALAMACA	79	Aguas ligeramente contaminadas
P3	ANTES DE LA CONFLUENCIA DE LAS QUEBRADAS CUBILLÍ Y PATAHUAYCU	64	Aguas ligeramente contaminadas
P4	DESPUÉS DE LA CONFLUENCIA DE LAS QUEBRADAS. CUBILLÍ Y PATAHUAYCU	74	Aguas ligeramente contaminadas
P5	CANAL HUACHI PELILEO (DESPUÉS)	62	Aguas ligeramente contaminadas
P6	ANTES DE LA CONFLUENCIA DE LA QUEBRAS CHIQUICAHUA CON EL RÍO AMBATO	65	Aguas ligeramente contaminadas
P7	DESPUÉS DE LA CONFLUENCIA DE LA QUEBRAS CHIQUICAHUA CON EL RÍO AMBATO	69	Aguas ligeramente contaminadas
P8	DESPUÉS DE LA HORMIGONERA	42	Aguas moderadamente contaminadas
P9	RÍO ALAJUA	79	Aguas ligeramente contaminadas
P10	RÍO AMBATO SECTOR EL PUENTE	41	Aguas moderadamente contaminadas

4.1.5.1.3.2.3 Índice biológico ETP

El índice ETP (anexo 8.3.8), muestra que la calidad de agua en los puntos de muestreo P1, P2 y P3 el agua es muy buena, los puntos P4 al P9 la calidad del agua es buena, el P10 es de calidad regular.

Resultados de calidad de agua zona media del río Ambato-Índice ETP.

Los resultados que el índice muestra en tabla 4-14 son aguas de calidad muy buena, buena y regular. Los rangos del índice ETP son de 1 a 100 en porcentaje.

Tabla 4-14. Resultados calidad de agua índice ETP. Río Ambato zona media. Datos de la investigación

Código	Punto de muestreo	ETP (%)	Calidad de agua
P1	ANTES DE LA CONFLUENCIA DE LOS RÍOS AMBATO Y CALAMACA	82	Muy buena
P2	DESPUÉS DE LA CONFLUENCIA DE LOS RÍOS AMBATO Y EL CALAMACA	80	Muy buena
P3	ANTES DE LA CONFLUENCIA DE LAS QUEBRADAS. CUBILLÍ Y PATAHUAYCU	80	Muy buena
P4	DESPUÉS DE LA CONFLUENCIA DE LAS QUEBRADAS CUBILLÍ Y PATAHUAYCU	72	Buena
P5	CANAL HUACHI PELILEO (DESPUÉS)	65	Buena
P6	ANTES DE LA CONFLUENCIA DE LA QUEBRADA CHIQUICAHUA CON EL RÍO AMBATO	66	Buena
P7	DESPUÉS DE LA CONFLUENCIA DE LA QUEBRADA CHIQUICAHUA CON EL RÍO AMBATO	68	Buena
P8	DESPUÉS DE LA CANTERA EL SALVADOR	64	Buena
P9	RÍO ALAJUA	67	Buena
P10	RÍO AMBATO SECTOR EL PUENTE	43	Regular

4.1.6 Medio Socio Económico.

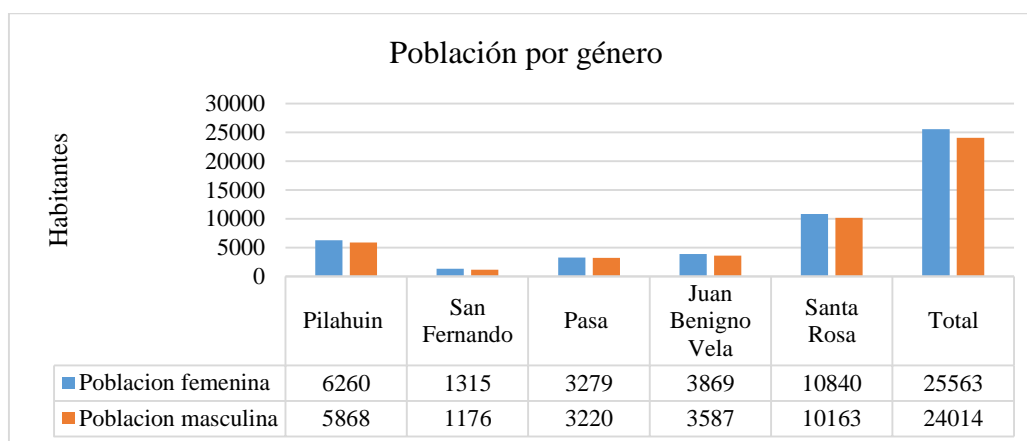
El análisis de las características socioeconómicas de la población se basa en indicadores y variables demográficas, sociales, económicas y culturales de las cinco parroquias rurales involucradas dentro de la zona de estudio como son: Pilahuín, San Fernando, Pasa, Juan Benigno Vela y Santa Rosa.

4.1.6.1 Aspectos socio-demográficos

- **Indicador Demográfico-Composición por Sexo**

El Censo de Población y Vivienda 2010 (gráfico 4-6), señala que las parroquias que se encuentran dentro de la zona de estudio tiene una población aproximada de 49.577 habitantes; población que en relación al total de la población del Cantón Ambato (329.858 Hab) representaría al 15% de ese total. En base a estos datos la composición por sexo de la población es la siguiente.

Gráfico 4-5. Población por género



Fuente 4-6. INEC 2010

La tendencia de género es que la población femenina tiene un mayor porcentaje con el 52% y la población masculina tiene un 48%.

- **Indicador Demográfico-Composición por Edad.**

La población de la zona de estudio (tabla 4-15), en relación a la edad de sus habitantes, se ha definido tres grandes grupos que comprenden las siguientes edades: menores a los 15 años, entre los 15 a 64 años y adultos mayores con edades a partir de los 65 años de edad en adelante.

Tabla 4-15 División de la población por grandes grupos de edad. (INEC, 2010)

División de la población por grandes grupos de edad		
Indicador	Total	%
Poblacion:0-14 años	15567.178	31
Población: 15-64	30623.7129	62
Población de 65 años y mas	3386.1091	7
Población Total	49577	100

El Censo 2010 determina que el mayor porcentaje de población corresponde a personas de entre los 15 a 64 años de edad con un 62 %, el segundo lugar es ocupado por la población con edades entre los 0 a 14 años, finalmente esta la población de adultos

mayores que superan los 65 años de edad con un 7%. Como señalan los resultados la zona de estudio presenta un alto porcentaje de población joven.

- **Indicador Demográfico-Pertenencia Étnica.**

La pertenencia étnica se refiere a que una comunidad humana comparte determinada afinidad cultural y permite que sus integrantes puedan sentirse identificados entre sí.

De acuerdo al censo realizado en el año 2010 (tabla 4-16), se puede apreciar que en la zona de estudio la mayoría de sus habitantes se auto identifica como indígenas con el 57%; seguido de la población mestiza con el 41% el resto de la población (minoría) se auto identifica como blanca con el 1%, afro ecuatoriana con el 1%, montubia con el 0.2% y otros con 0.04%.

Tabla 4-16 Pertenencia étnica. (INEC, 2010)

Pertenencia étnica	Población	%
Indígena	28426	57
Afroecuatoriano/a	282	1
Montubio/a	113	0.2
Mestizo/a	20300	41
Blanco/a	435	1
Otro/a	21	0.04
Total	49577	100

En base a los resultados obtenidos la población de la zona de estudio es eminentemente indígena seguida de la población mestiza, seguida de una minoría indígena entre otras etnias.

- **Indicador Demográfico-Densidad Poblacional**

En extensión territorial Tungurahua es la provincia más pequeña del Ecuador, representa el 1.24 % de la superficie nacional, sin embargo tiene una densidad poblacional de 134.9 Hab/Km², siendo una de las más altas del país.

En referencia a la densidad poblacional de las parroquias involucradas en la zona de estudio según los datos del Censo 2010 (tabla 4-17) es de 188 Hab/Km², con lo cual la parroquia de Santa Rosa tiene el índice más alto de densidad poblacional y siendo la menos densa la parroquia de San Fernando.

Tabla 4-17. Poblaciones por parroquia zona de estudio. (INEC, 2010)

Nombre de parroquia	Población	Superficie de la parroquia (km ²)	Densidad Poblacional
Juan Benigno Vela	7,456	40	188
Pasa	6,499	49	134
Pilahuín (Pilahuín)	12,128	421	29
San Fernando	2,491	109	23
Santa Rosa	21,003	37	566

4.1.6.2 Aspectos socio-económicos

- **Variables económicas: Población económicamente activa. (PEA)**

Las personas económicamente activas (tabla-18), son todas aquellas que, teniendo edad para trabajar (10 años y más), están en capacidad y tienen disponibilidad para dedicarse a la producción de bienes y servicios económicos en un determinado momento. En este contexto la zona de estudio, presenta los siguientes datos:

Santa Rosa y Pilahuín es la parroquia que tiene mayor población económicamente activa; a diferencia de San Fernando que es la parroquia con menor población económicamente activa.

Tabla 4-18. PEA zona de estudio. (INEC, 2010)

Parroquias	PEA
Pilahuín	5804
San Fernando	1114
Pasa	3071
Juan Benigno Vela	3795
Santa Rosa	9679
Total	23463

- **Principales Actividades Económicas**

En la zona las principales actividades económicas (tabla 4-19), son las siguientes: producción agrícola, pecuaria, comercialización y artesanías.

La agricultura se basa en la producción de legumbres, hortalizas y algunos frutales; entre los cultivos más importantes de esta zona están tubérculos como: papas, mellocos, ocas y mashuas; cereales como: cebada, quinua. En pequeña escala habas, chochos, maíz, cebolla blanca, plantas medicinales; además existen superficies de pastos. Cultivan para el consumo interno de la familia y el excedente lo comercializan en los mercados de las ciudades más cercanas como es Ambato, Riobamba y Guaranda.

La producción pecuaria es considerable, no solo lo hacen para consumo familiar, crían ganado vacuno para el comercio de leche; también cuidan especies menores como cuyes, avicultura en un gran porcentaje.

La comercialización está sujeta a la oferta y a la demanda; sobre todo al capricho de los intermediarios especialmente se ve muy marcado en el mercado Mayorista que los productores solo pueden comercializar sus productos en la madrugada desde las 3 hasta las 8 de la mañana, si no lo han logrado expender hasta esa hora los comerciantes intermediarios los someten a innumerables malos tratos obligándolos a vender su producción a muy bajos precios.

En la zona se elaboran artesanías de uso personal, es decir que forman parte o complementan la vestimenta tradicional de los indígenas del sector, tal es el caso de las blusas bordadas a mano, la elaboración de collares (wallcas), la costura de los anacos, rebozos y ponchos. Además de la elaboración de las shigras, que la mujer indígena del sector lo luce en las reuniones familiares y festividades tradicionales del sector.

Tabla 4-19. Principales actividades económicas. PDOT parroquiales.

Actividades	Porcentaje (%)
Agricultura y Producción Pecuaria	87

Comercialización y Artesanía	11
Otras actividades	2
Total	100

4.1.6.3 Aspecto educación y salud

- **Condiciones de alfabetismo**

En la zona de estudio existen instituciones de instrucción primarias y secundarias (tabla 4-20), tanto hispanas y a nivel bilingüe. Los datos del Censo de Población y Vivienda 2010, dan los siguientes resultados.

Tabla 4-20 Condición de alfabetismo. (INEC, 2010)

Parroquias	Sexo	Alfabeto	Analfabeto
Pilahuín	Hombre	3195	628
	Mujer	3008	1170
San Fernando	Hombre	593	121
	Mujer	541	322
Pasa	Hombre	1772	346
	Mujer	1499	782
Juan Benigno Vela	Hombre	2231	288
	Mujer	2125	695
Santa Rosa	Hombre	6353	561
	Mujer	6217	1260
Total		27534	6173

Como es evidente en los resultados existe una marcada proporcionalidad de alfabetismo entre hombres y mujeres, ya que existe una considerable diferencia de mujeres analfabetas en relación al nivel de analfabetismo masculino; de cada 10 personas analfabetas en la zona de estudio 7 son mujeres y 3 son hombres.

- **Salud y Nutrición**

Salud.- la población de la zona de estudio (tabla 4-21), es atendida en seis unidades de salud, los cuales cumplen con actividades de promoción fomento, protección y recuperación de la salud. Las enfermedades más comunes y según la edad de los pobladores se resumen en las siguientes.

Tabla 4-21. Enfermedades más comunes de la zona de estudio. PDOT parroquiales

Enfermedades más comunes		
Edades	Mujeres	Hombres
Niños	Síndrome gripal Faringitis Parasitosis Escabiosis	Síndrome gripal Faringitis Parasitosis Escabiosis
Jóvenes	Faringitis IVU Vaginitis	Faringitis Parasitosis Síndrome gripal
Adultos	Faringitis Estrés IVU Vaginitis	Faringitis Estrés Traumas
Adulto mayor	Estrés Osteoartritis Pterigium	Estrés Osteoartritis Hipertension arterial

Nutrición.- Según información recopilada en los barrios y caseríos de la zona de estudio, la alimentación básica de hombres y mujeres durante todo el año, está basado en la producción agropecuaria local y las condiciones socioeconómicas de la familia. Pero también se podría manifestar que en la actualidad se está consumiendo alimentos embutidos y lácteos de la ciudad; a veces la cantidad está limitada por los ingresos que perciben los jefes y/o jefas de familia; como también por la producción agropecuaria y esta a su vez depende del estado medioambiental del lugar.

4.1.6.4 Aspecto: servicios básicos e infraestructura.

- **Servicios Básicos**

Agua

La población tiene diferentes formas de provisión del recurso agua, como se señala en la siguiente tabla:

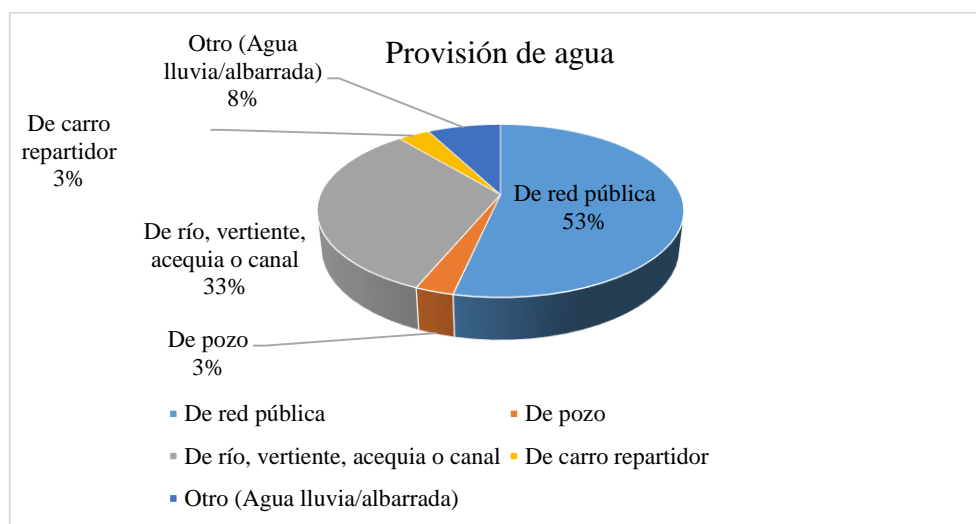
Tabla 4-22 Provisión de agua. (INEC, 2010)

Parroquias	De red pública	De pozo	De río, vertiente, acequia o canal	De carro repartidor	Otro (Agua lluvia/albarrada)	Total Viviendas
-------------------	-----------------------	----------------	---	----------------------------	-------------------------------------	------------------------

Pilahuín	2152	180	814	4	202	3352
San Fernando	381	40	246	1	26	694
Pasa	1073	72	630	2	103	1880
Juan Benigno Vela	1169	69	793	5	114	2150
Santa Rosa	2647	39	2044	455	625	5810
Total	7422	400	4527	467	1070	13886

En el gráfico 4-6 el 53% de la población se beneficia de agua de la red pública, seguido del 33% que se provee de un río, canal o vertiente siendo un alto porcentaje de población atendida por este medio, el 14 % restante se provee del recurso hídrico de distintas maneras.

Gráfico 4-6. Provisión de agua

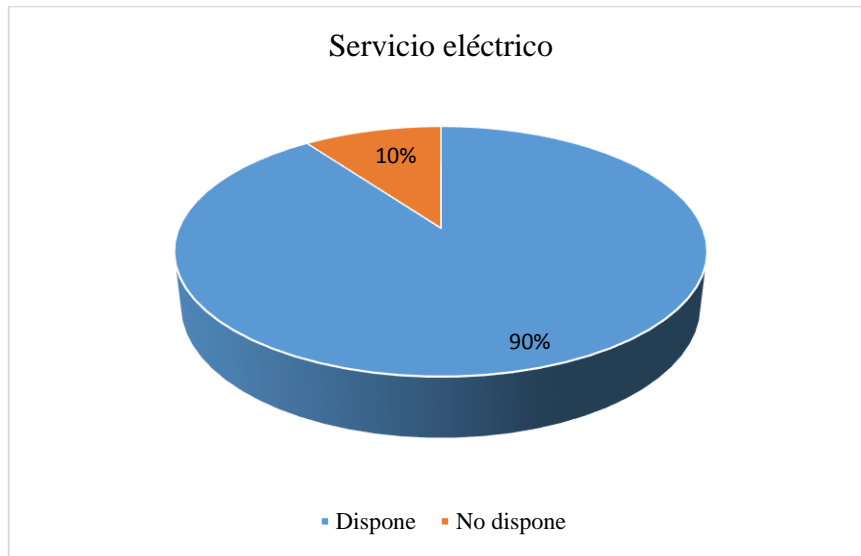


Fuente 4-7. INEC 2010.

Servicio de energía eléctrica

Los datos que demuestra el gráfico 4-7 el 90% de la población dispone del servicio de energía eléctrica, sin embargo el 10% no dispone de este servicio por distintas circunstancias: falta de recursos económicos, ubicación alejada del centro poblado, entre otros.

Gráfico 4-7. Servicio eléctrico

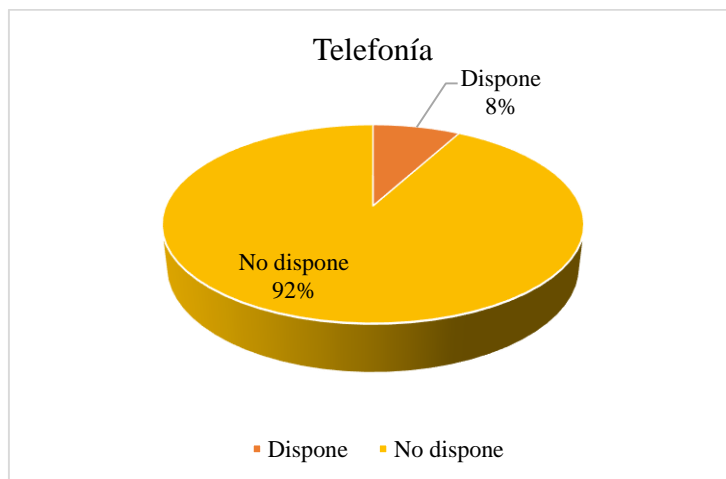


Fuente 4-8. INEC 2010. Elaboración propia

Servicio de telefonía convencional

Un alto porcentaje el 92% no cuenta con el servicio de telefonía, se evidencia que un segmento pequeño de la población el 8% se beneficia de este servicio (gráfico 4-8).

Gráfico 4-8. Servicio de telefonía convencional



Fuente 4-9. INEC 2010. Elaboración propia

- **Descarga de aguas servidas**

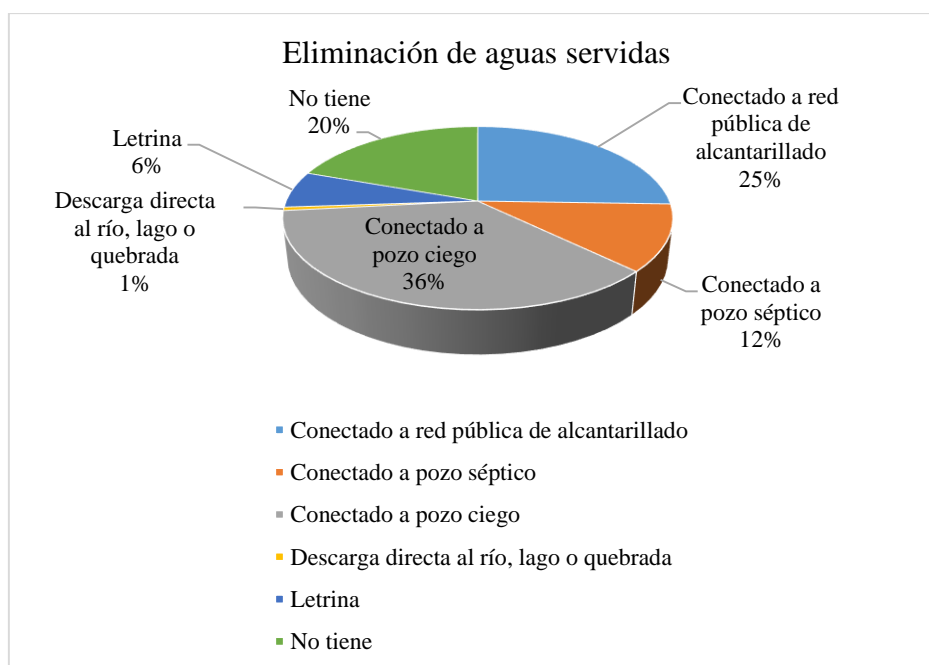
Las aguas servidas son descargadas de distinta manera (tabla 4-23), como producto de las diferentes actividades antrópicas, lo cual se describe a continuación.

Tabla 4-23. Descarga de agua servidas zona de estudio. (INEC, 2010)

Conectado a red pública de alcantarillado	Conectado a pozo séptico	Conectado a pozo ciego	Descarga directa al río, lago o quebrada	Letrina	No tiene
3543	1626	5012	83	905	2717

En el gráfico 4-9, se evidencia que las descargas de aguas servidas principalmente se lo hacen en pozos ciegos correspondientes a un 36% siendo el de mayor porcentaje, seguido que la población que descarga sus aguas a la red pública del alcantarillado con un 25%; se evidencia también que un 12% de la población está conectado a un pozo séptico, en el análisis es necesario destacar que un sector importante de la población 20% no cuenta con un medio específico de descarga de sus aguas, el 7% restante descarga sus efluentes de distinta manera.

Gráfico 4-9. Eliminación de aguas servidas

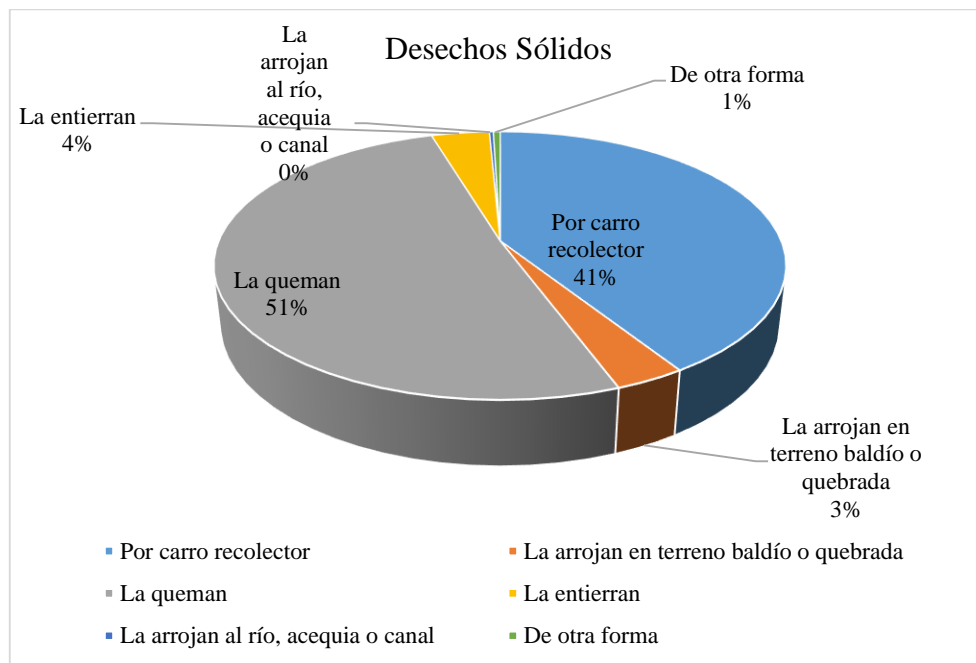


Fuente 4-10. INEC 2010.

- **Manejo de desechos sólidos.**

El manejo de los desechos sólidos es diverso en la zona de estudio (gráfico 4-10); según los datos que se señala se evidencia que la mayoría de la población quema la basura 51%, le sigue con el 41% la entrega de los residuos al carro recolector, el 4% la entierran, el 3% la arrojan, el 1% restante maneja de varias maneras sus desechos sólidos.

Gráfico 4-10. Manejo de desechos sólidos

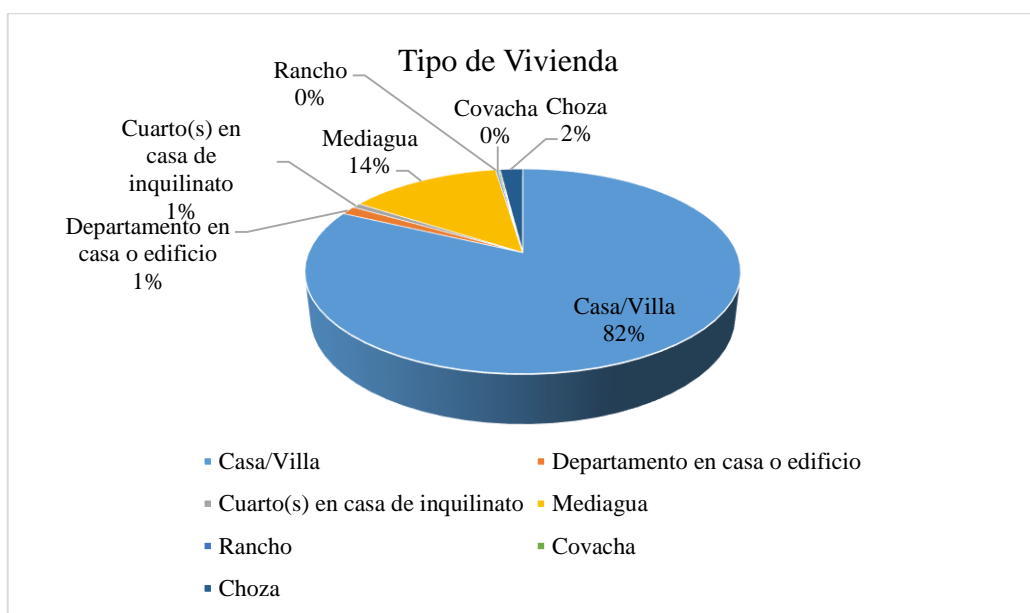


Fuente 4-11. INEC 2010. Elaboración propia

- **Tipos de vivienda**

El gráfico 4-11 indica que el tipo de vivienda en un alto porcentaje de la población 82% posee una casa o villa que es un tipo de vivienda promedio, seguido del 14% de la población posee un tipo de vivienda denominada mediagua que se puede considerar como un tipo de vivienda modesta, el 2% tiene el tipo de vivienda considerada como choza, lo restante posee otros tipos de vivienda.

Gráfico 4-11. Tipos de vivienda



Fuente 4-12. INEC 2010. Elaboración propia

4.1.6.5 Social

4.1.6.5.1 Actores claves de la unidad hidrográfica

Los actores claves desempeñan un papel importante en la gestión integrada de los recursos hídricos (tabla 4-24). Las organizaciones gestionan de manera sistémica e integrada los recursos que produce la cuenca hidrográfica en los ámbitos político, social ambiental y técnico.

Tabla 4-24. Actores claves zonas de estudios. (INEC, 2010)

Categorías	Instituciones Organizaciones	Dependencias Vinculadas	Área de Intervención
Instituciones Públicas	SEAGUA Secretaría del Agua	Centro de Intención al Ciudadano Ambato	Autorizaciones para uso y aprovechamiento de agua
	MAE Ministerio del Ambiente	Dirección de la Reserva de Fauna Chimborazo	Administración del RPFCH
		Programa Socio Bosque Programa Socio Restauración	Protección, recuperación y restauración de ecosistemas
		Calidad Ambiental	Calidad de Agua
MAGAP	Subsecretaría de Tierras	Titulación de tierras rurales	

	Ministerios de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca		
Gobiernos Autónomos Descentralizados	HGPT Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua	Dirección de Recursos Hídricos y Gestión Ambiental	Gestión Ambiental
		Fondo de Manejo de Páramos	Financiamiento proyectos ambientales
	GADMA Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Ambato	Dirección Ambiental	Gestión Ambiental -Normativa Ambiental
		Dirección de Avalúos y Catastros	Actualización del catastro rural y urbano y valoración de predios
		Registro de la Propiedad	Autorizaciones y registro de las propiedades mediante inscripción de escrituras.
	GADP Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial	Juntas Parroquiales Rurales: Santa Rosa, Juan B. Vela, Pilahuín, Pasa, San Fernando, Quisapincha, Pinllo, Constantino Fernández y Augusto N. Martínez.	Preservación de la biodiversidad y la protección del ambiente Promover la organización social
Sociedad Civil organizada	Juntas de Riego	Directorios	Prestación de servicio de riego y drenaje
	Juntas administradoras de agua potable y saneamiento	Directorios	Prestación de servicio público de agua potable y saneamiento
	Parlamento Agua	Grupo de Interés Páramos -GIP	
Instituciones Privadas y Cooperaciones	CESA		Operadora de los Planes de Manejo de Páramos
	IDECA		Operadora de los Planes de Manejo de Páramos
	GIZ	Pro-Cambio	Protección del medio ambiente y recursos naturales

La ilustración 4-1 muestra que los diferentes actores sociales tienen en su mayoría buenas relaciones para trabajar en mancomunidad y coordinadamente.

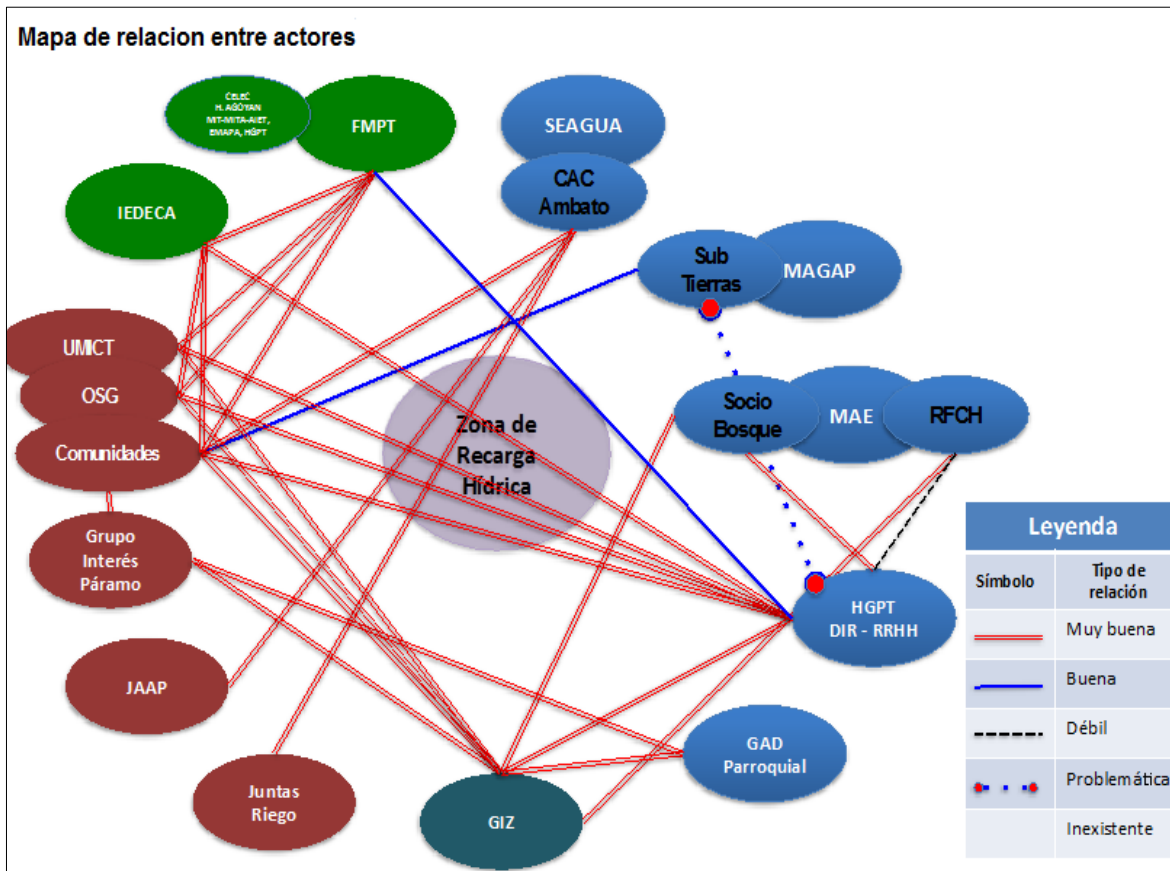


Ilustración 4-1. Mapa de relación entre actores sociales.

4.2 Análisis FODA

La unidad hidrográfica tiene varias características en sus diferentes aspectos (tabla 4-25), las cuales son descritas en el análisis FODA.

Tabla 4-25. Análisis FODA. Datos de la investigación.

	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
POSITIVOS	Aun se pueden encontrar diversidad de especies de animales silvestres en la zona de estudio.	Presencia de ONGs para apoyar programas y proyectos de desarrollo.
	Los páramos de la unidad hidrográfica aún se mantienen con bosques naturales como potenciales turísticos y áreas de reserva ecológica y lagunas	Organismos gubernamentales están desarrollando planes estratégicos. Nuevo modelo de gestión de los GAD's.

	Vivencias culturales ancestrales y contemporáneas	Inclusión ciudadana en la toma de decisiones de las autoridades
	Artesanía, pequeña industria artesanal	Apoyo de profesionales universitarios para poder desarrollar investigaciones y proyectos.
	Participación social y liderazgo de organizaciones propias del sector.	Derechos de participación con equidad de género
	Artesanos con habilidades para confección de ropa, prendas de lana y recipientes de totora y cabuya	Tecnificación en calidad y cantidad suficiente del recurso hídrico con uso óptimo
	Patrimonio natural y ambiental para turismo comunitario.	Presencia de turistas hacia los páramos comunales.
	Lugares ecológicos, arqueológicos, sagrados y patrimonio cultural	Planes manejo de paramos vigente y en ejecución.
	Infraestructura educativa en todas las comunidades.	
	DEBILIDADES	AMENAZAS
NEGATIVOS	Mal manejo de los recursos naturales e hídricos.	Elevados niveles de desempleo y subempleo que registra el país, hace que se incrementen los movimientos migratorios.
	No se da la debida importancia sobre el manejo y cuidado adecuado de los recursos naturales y ambientales por parte de la población	No todos reciben de apoyo técnico y económico de las instituciones.
	Zonas de recarga hídrica desprotegida	Falta de apoyo de las autoridades municipales.
	Explotación agropecuaria y ganadera sobre la línea de páramos	Explotación indiscriminada de los recursos naturales
	Prácticas agrícolas inadecuadas que provocan la erosión de los suelos	La deforestación influye en disminución del recurso hídrico.
	Desconocimiento en el uso y manejo de una agricultura y ganadería tecnificada	Efectos del cambio climático como sequías y lluvias extrema.
	Existen desacuerdos entre algunas comunidades	Contaminación por el uso de agro tóxicos en la agricultura

Falta capacitación de los dirigentes de las parroquias y comunidades.	Descargas de efluentes sin tratamiento alguno
La juventud no se incorpora al desarrollo parroquial por el desinterés de los mismos	Quema de páramos y bosques
Se ha creado desconfianza hacia las instituciones por la mala información.	
Comercialización deficientes por la intermediación	

4.3 Evaluación de Impactos

4.3.1 Identificación de Impactos Ambientales

La unidad hidrográfica tiene una serie de problemas ambientales que se han identificado en sus diferentes componentes ambientales: agua, suelo, aire, flora y fauna. La tabla 4-26 describe las afectaciones ambientales de la zona de estudio.

Tabla 4-26 Afecciones al ambiente zona de estudio. Datos de la investigación

Componente Ambiental	Descripción de afección
Agua	Este medio se ve afectado por actividades de agrícolas, descargas de aguas residuales de poblados que no cuentan con alcantarillado, presencia de ganadería, descargas de ciertas actividades productivas, falta de optimización del recurso hídrico.
Suelo	Se ve afectado por las malas prácticas agrícolas que provocan la erosión(quema de pajonales, monocultivos, utilización de agro químicos, cultivos en favor de la pendiente), la generación de residuos sólidos que se quema o se bota por no tener servicio de recolección en algunos lugares de la zona de estudio, la presencia de ganado vacuno, ovino y porcino en zonas sensibles (páramos)
Aire	Las emisiones generados por ciertas actividades productivas (queseras, cantera), por la quema de pajonales y quema de residuos,

	además por vehículos que pasan por las diferentes vías de la zona, principalmente por la vía a flores (Ambato-Guaranda)
Flora y fauna	La flora y fauna propia de la zona de estudio se ve constantemente amenazada por estar en una zona intervenida por el desarrollo de actividades antrópicas descritas anteriormente y que cada vez más los hábitats naturales disminuyen por el avance de la frontera agrícola y la extinción del páramo y demás ecosistemas naturales.

4.3.2 Matrices de evaluación de impactos .

Las matrices de evaluación de impactos describen detalladamente las interacciones que existen entre las actividades antrópicas con los diferentes componentes ambientales para luego calificarlos. La evaluación de impactos se detalla a continuación con las siguientes matrices.

Tabla 4-27 Matriz de identificación de impactos ambientales. Datos de la investigación.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

FACTORES AMBIENTALES			ETAPA														NÚMERO DE IMPACTOS POR COMPONENTE AMBIENTAL. OPERACIÓN
			ACTIVIDADES EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO AMBATO														
			Expansión de la frontera agrícola	Utilización de agroquímicos en la agricultura	Introducción de especies ganaderas	Intensiva utilización del suelo en monocultivos	Utilización de maquinaria agrícola	Emisiones por industrias y vehículos	Expansión de la actividad ganadera	Descarga de efluentes	Deforestación	Quema de pajonal	Lixiviados originados por la descomposición de desechos sólidos	Uso irracional de los recursos hídricos	Construcción de obras civiles	Riesgos naturales (crecidas del río)	
MEDIO FÍSICO	AIRE	Calidad de aire			x		x	x	x		x	x		x		7	
		Malos olores		x				x		x						3	
		Generación de ruido					x	x						x		3	
	SUELO	Destrucción del suelo	x	x	x	x	x		x		x	x	x		x	x	11
		Erosión	x	x	x	x	x		x		x	x	x		x	x	11
		Permeabilidad	x		x	x	x		x		x	x	x		x		9
	AGUA	Calidad de agua	x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	11
		Disponibilidad de agua	x		x				x	x	x	x	x	x		x	9
	PAISAJE	Afectación paisajística	x		x	x	x	x	x		x	x			x	x	10
MEDIO BIÓTICO	FLORA	Diversidad de especies vegetales	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	13	
	FAUNA	Diversidad de especies animales	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	13	
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	CONDICIONES DE VIDA	Pobreza	x		x				x						x	4	
		Salud													x	1	
		servicios básicos													x	1	
	ECONOMIA Y PRODUCCIÓN	Empleo	x			x	x		x						x	5	
		Turismo													x	1	
TOTAL DE IMPACTOS AMBIENTALES																112	

Tabla 4-28. Matriz de magnitud de impactos ambientales. Datos de la investigación.

MATRIZ DE MAGNITUD DE IMPACTOS AMBIENTALES																		
FACTORES AMBIENTALES			ETAPA															
			ACTIVIDADES EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO AMBATO															NÚMERO DE IMPACTOS POR COMPONENTE AMBIENTAL OPERACIÓN
			Expansión de la frontera agrícola	Utilización de agroquímicos en la agricultura	Introducción de especies ganaderas	Intensiva utilización del suelo en monocultivos	Utilización de maquinaria agrícola	Emisiones por industrias y vehículos	Expansión de la actividad ganadera	Descarga de efluentes	Deforestación	Quema de pajonal	Lixiviados originados por la descomposición de desechos sólidos	Uso irracional de los recursos hídricos	Construcción de obras civiles	Riesgos naturales (crecidas del río)		
MEDIO FÍSICO	AIRE	Calidad de aire			1.60		1.00	1.60	1.40		3.00	2.40			1.20		7	
		Malos olores		1.00				1.20			2.40							3
		Generación de ruido					1.00	1.60							1.20			3
	SUELO	Destrucción del suelo	2.60	2.00	2.20	2.00	1.20			1.80		2.20	2.00	1.80		1.60	1.60	11
		Erosión	2.20	1.60	2.00	2.40	1.20			1.80		1.80	2.00	1.40		1.20	1.60	11
		Permeabilidad	1.20		1.00	1.00	1.00			1.40		1.40	1.00	1.20		1.60		9
	AGUA	Calidad de agua	2.00	2.40	2.40					2.40	2.40	1.40	1.60	2.20	1.40	1.20	1.20	11
Disponibilidad de agua		2.40		2.40					2.40	1.80	2.20	2.40	1.00	3.00		1.60	9	
PAISAJE	Afectación paisajística	2.20		2.00	1.80	1.40	1.60	2.00			2.60	2.40			2.20	2.00	10	
MEDIO BIÓTICO	FLORA	Diversidad de especies vegetales	2.20	2.00	2.00	2.00	1.60	1.60	2.00	2.40	2.20	2.40		2.20	1.40	1.60	13	
	FAUNA	Diversidad de especies	2.60	2.00	2.00	2.00	1.40	1.60	2.00	2.40	2.20	2.40		2.20	1.40	1.60	13	
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	CONDICIONES DE VIDA	Pobreza	2.00		2.00				1.80						2.00		4	
		Salud													1.80		1	
		servicios básicos													2.20		1	
	ECONOMIA Y PRODUCCION	Empleo	2.00			1.60	1.60		1.80						2.00		5	
Turismo														1.60		1		

Tabla 4-29. Matriz de importancia de impactos ambientales. Datos de la investigación.

MATRIZ DE IMPORTANCIA DE IMPACTOS AMBIENTALES																	
FACTORES AMBIENTALES			ETAPA														NÚMERO DE IMPACTOS POR COMPONENTE AMBIENTAL. OPERACIÓN
			ACTIVIDADES EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO AMBATO														
			Expansión de la frontera agrícola	Utilización de agroquímicos en la agricultura	Introducción de especies ganaderas	Intensiva utilización del suelo en monocultivos	Utilización de maquinaria agrícola	Emisiones por industrias y vehículos	Expansión de la actividad ganadera	Descarga de efluentes	Deforestación	Quema de pajonal	Lixiviados originados por la descomposición de	Uso irracional de los recursos hídricos	Construcción de obras civiles	Riesgos naturales (crecidas del río)	
MEDIO FÍSICO	AIRE	Calidad de aire			2.00		1.25	1.25	2.00		2.65	2.65		1.25		7	
		Malos olores		1.25				1.25		2.25						3	
		Generación de ruido					1.25	1.25						1.25		3	
	SUELO	Destrucción del suelo	2.25	1.85	2.00	2.25	1.50		2.60		2.25	1.85	1.85		1.85	1.90	11
		Erosión	2.25	1.6	2.00	2.25	1.85		2.25		1.85	1.85	1.6		1.85	1.90	11
		Permeabilidad	1.25		1.25	1	1.25		1.00		1.00	1.00	1.00		1.25		9
	AGUA	Calidad de agua	2.25	2.35	2.00				2.00	2.25	1.60	2.00	2.25	2.60	1.60	1.25	11
		Disponibilidad de agua	2.25		2.00				2.25	1.85	2.65	2.00	1.85	2.65		1.65	9
	PAISAJE	Afectación paisajística	2.00		2.25	2.25	1.9	1.25	2.25		2.6	2.6			2.00	2.25	10
MEDIO BIÓTICO	FLORA	Diversidad de especies vegetales	2.00	2.00	2.00	2.25	2.25	1.65	2.25	2.25	2.25		2.00	1.60	1.50	13	
	FAUNA	Diversidad de especies	2.00	2.00	2.00	2.25	2.00	1.65	2.25	2.25	2.25		2.00	1.60	1.50	13	
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	CONDICIONES DE VIDA	Pobreza	1.65		1.40				1.65					1.65		4	
		Salud												1.65		1	
		servicios básicos												1.65		1	
	ECONOMIA Y PRODUCCION	Empleo	1.65			1.25	1.65		1.65					1.65		5	
		Turismo												1.65		1	

Tabla 4-30. Matriz de severidad de impactos ambientales. Datos de la investigación.

			1.0-2.0	2.1-3.6	3.7-5.3	5.4-9.0											
			bajo	medio	alto	critico											
MATRIZ DE SEVERIDAD DE IMPACTOS AMBIENTALES																	
FACTORES AMBIENTALES			ETAPA														NÚMERO DE IMPACTOS POR COMPONENTE AMBIENTAL. OPERACIÓN
			ACTIVIDADES EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO AMBATO														
			Expansión de la frontera agrícola	Utilización de agroquímicos en la agricultura	Introducción de especies ganaderas	Intensiva utilización del suelo en monocultivos	Utilización de maquinaria agrícola	Emisiones por industrias y vehículos	Expansión de la actividad ganadera	Descarga de efluentes	Deforestación	Quema de pajonal	Lixiviados originados por la descomposición de desechos sólidos	Uso irracional de los recursos hídricos	Construcción de obras civiles	Riesgos naturales (crecidas del río)	
MEDIO FÍSICO	AIRE	Calidad de aire			3.20		1.25	2.00	2.80		7.95	6.36			1.50	7	
		Malos olores		1.25				1.50			5.40					3	
		Generación de ruido					1.25	2.00						1.50		3	
	SUELO	Destrucción del suelo	5.85	3.70	4.40	4.50	1.80		4.68		4.95	3.70	3.33		2.96	3.04	11
		Erosión	4.95	2.56	4.00	5.40	2.22		4.05		3.33	3.70	2.24		2.22	3.04	11
		Permeabilidad	1.50		1.25	1.00	1.25		1.40		1.40	1.00	1.20		2.00		9
	AGUA	Calidad de agua	4.50	5.64	4.80				4.80	5.40	2.24	3.20	4.95	3.64	1.92	1.50	11
		Disponibilidad de agua	5.40		4.80				5.40	3.33	5.83	4.80	1.85	7.95		2.64	9
	PAISAJE	Afectación paisajística	4.40		4.50	4.05	2.66	2.00	4.50		6.76	6.24			4.40	4.50	10
MEDIO BIÓTICO	FLORA	Diversidad de especies vegetales	4.40	4.00	4.00	4.50	3.60	2.64	4.50	5.40	4.95	5.40		4.40	2.24	2.40	13
	FAUNA	Diversidad de especies animales	5.20	4.00	4.00	4.50	2.80	2.64	4.50	5.40	4.95	5.40		4.40	2.24	2.40	13
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	CONDICIONES DE VIDA	Pobreza	3.30		2.80				2.97					3.30		4	
		Salud Servicios básicos												2.97		1	
	ECONOMIA Y PRODUCCION	Empleo	3.30			2.00	2.64		2.97					3.30		5	
		Turismo												2.64		1	

4.3.3 Resumen de la evaluación de impactos

Luego del proceso de calificación se obtuvieron los resultados de la evaluación ambiental en base a su severidad.

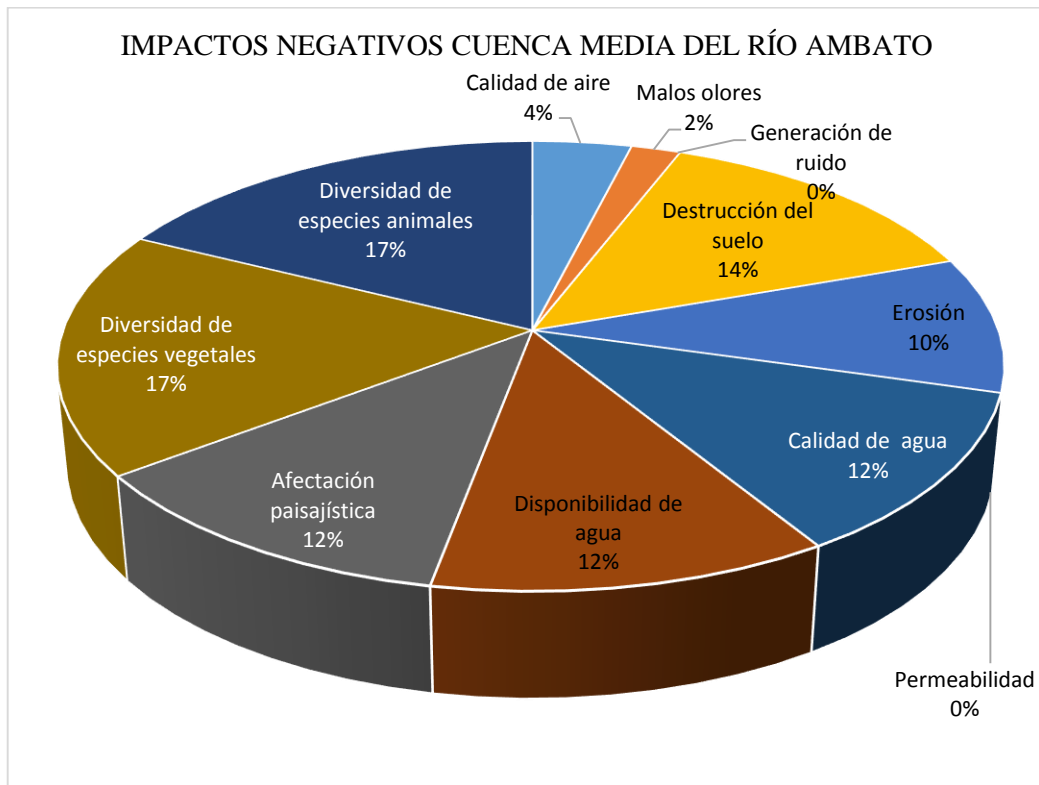
Para calificar un impacto como significativo o no significativo, se consideró su severidad: si es alto o crítico, corresponde a un impacto significativo; si es medio o bajo, corresponde a un impacto no significativo. Del análisis se tiene que el 46% (51 impactos) son significativos, mientras que el 54% restante (61 impactos) son no significativos, computo referido a la zona de estudio. En base a los componentes ambientales afectados, se tiene lo siguiente:

Tabla 4-31 Impactos significativos por componente ambiental. Datos de la investigación.

RESUMEN DE IMPACTOS			IMPACTOS SIGNIFICATIVOS		IMPACTOS NO SIGNIFICATIVOS	
			Impacto	Crítico Alto	Impacto	Medio Bajo
MEDIO FÍSICO	AIRE	Calidad de aire	2		5	
		Malos olores	1		2	
		Generación de ruido	0		3	
	SUELO	Destrucción del suelo	7		4	
		Erosión	5		6	
		Permeabilidad	0		9	
	AGUA	Calidad de agua	6		5	
		Disponibilidad de agua	6		3	
	PAISAJE	Afectación paisajística	6		4	
MEDIO BIÓTICO	FLORA	Diversidad de especies vegetales	9		4	
	FAUNA	Diversidad de especies animales	9		4	
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	CONDICIONES DE VIDA	Pobreza	0		4	
		Salud	0		1	
		Servicios básicos	0		1	
	ECONOMÍA Y PRODUCCION	Empleo	0		5	
		Turismo	0		1	
TOTAL			51		61	

La evaluación de impactos determina que los elementos mayormente afectados (gráfico 4-12), son la flora y la fauna, luego está la afectación a la calidad y cantidad de agua, el suelo es otro de los componentes más afectados, los componentes con menos afectaciones son el paisaje, calidad del aire y los malos olores.

Gráfico 4-12. Impactos negativos por componente ambiental



Fuente 4-13. Datos de la investigación. Elaboración propia.

4.4 PLAN DE MANEJO DE LA INTERCUENCA ZONA MEDIA DEL RÍO AMBATO, NIVEL 7-CÓDIGO PFASTETTER: 4996927.

Una vez identificados y evaluados los impactos ambientales presentes en la zona de estudio, se han tomado como referencia los impactos y riesgos significativos perjudiciales para el hombre y el ambiente, con el fin de mantener dichos impactos dentro niveles aceptables, obteniendo así calidad ambiental y equilibrio ecológico compatible con los estándares y normas ambientales vigentes, para el efecto se ha diseñado el presente Plan de Manejo Ambiental (PMA).

El Plan incluye el diseño de las medidas de mitigación, control y prevención de impactos identificados y planteados en la evaluación de impactos.

4.4.1 Objetivos

Los objetivos que persigue el Plan de Manejo Ambiental son:

- Minimizar los impactos negativos identificados en la zona de estudio.
- Facilitar a los actores sociales (autoridades y población), un instructivo técnico para un adecuado manejo y conservación de los recursos naturales de la unidad hidrográfica.
- Mantener un programa de seguimiento y evaluación de las medidas ambientales que se recomiendan para la zona de estudio.

4.4.2 Alcance

El Plan de Manejo que se presenta a continuación muestra las medidas necesarias para corregir los impactos adversos identificados en la zona de estudio, de esta manera minimizar los efectos obteniendo así lograr la calidad ambiental y equilibrio ecológico compatible con los estándares y normas ambientales vigentes.

4.4.3 Ámbito Geográfico

El Plan de Manejo tiene una cobertura total tanto para el área de influencia directa como indirecta de la unidad hidrográfica, con el fin de ejecutar las medidas técnicas en un

ámbito de prevención de la contaminación y de promover un desarrollo integral de la zona.

4.4.4 Estructura del Plan de Manejo

El Plan de Manejo presenta la siguiente estructura:

- **Plan de Prevención y Mitigación de Impactos.**

Permite establecer las medidas para minimizar los impactos negativos al ambiente identificados en la zona de estudio.

- **Plan de Capacitación y Educación Ambiental**

Este plan comprende el establecimiento de un programa de capacitación sobre los elementos del Plan de Manejo y su aplicación, además de establecer un proceso de educación ambiental continuo formal e informal, que permita instaurar en las comunidades un pleno conocimiento del deterioro ambiental y la forma de como minimizar los impactos existentes y futuros. Capacitar a los maestros y promotores comunitarios sobre aspectos de importancia de la conservación, de modo que se implemente la educación ambiental desde la etapa infantil.

- **Plan de Restauración**

Permite establecer las medidas, estrategias y tecnologías amigables con el ambiente a aplicarse en la unidad hidrográfica para rehabilitar las áreas afectadas, incluye las acciones para restablecer la cobertura vegetal para promover la reforestación con especies de la zona y/o manejo de la regeneración natural; además de la recuperación de fajas de protección vegetal sobre de los márgenes de las redes hidrográficas a partir de la línea de ribera en la zona de protección de cauces, entre otros.

- **Plan de Desarrollo Comunitario**

Contiene las actividades a ser desarrolladas conjuntamente entre la comunidad del área de influencia directa e indirecta del proyecto en coordinación con las autoridades locales; de esa manera fortalecer y mejorar los modelos de gestión local a través de una red de

información que permita a las comunidades actuar directamente sobre el manejo sostenible de sus recursos naturales.

- **Plan de Seguimiento.**

Define los sistemas de seguimiento, evaluación y monitoreo ambiental y de relaciones comunitarias para controlar los impactos ambientales identificados y el cumplimiento de las acciones propuestas en plan de manejo ambiental de este estudio.

4.4.5 PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS

4.4.5.1 Objetivo

Establecer las medidas técnicas preventivas para impedir la ocurrencia de los impactos ambientales negativos en la cuenca hidrográfica, evitando de esta manera los riesgos y peligros que se pudiesen provocar las actividades antrópicas en los factores ambientales.

4.4.5.2 Responsables

Actores sociales (población y autoridades locales)

4.4.5.3 Recursos disponibles:

- **Recurso humano:** técnicos de los GAD'S Provincial, Cantonal y Parroquial. Universidades, ONG'S
- **Recurso técnico:** Legislación ambiental vigente.
- **Recurso económico:** financiado por los GAD'S Provincial, Cantonal y Parroquial. Universidades, ONG'S.

4.4.5.4 Programas del Plan

- Programa de Preservación del Recurso Agua
- Programa de Preservación del Recurso Suelo

- Programa de Preservación del Recurso Aire
- Programa de Preservación Paisajística y Biodiversidad

PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS

OBJETIVOS:	PPYMI-01
Establecer las medidas técnicas preventivas para impedir la ocurrencia de los impactos ambientales negativos en la cuenca hidrográfica, evitando de esta manera los riesgos y peligros que se pudiesen provocar las actividades antrópicas en los factores ambientales.	

LUGAR DE APLICACIÓN:
Zona de influencia directa e indirecta

RESPONSABLE:
Actores sociales (población y autoridades locales)

PROGRAMA DE PRESERVACIÓN DEL RECURSO AGUA

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	PRESUPUESTO ESTIMADO	PLAZO (Años)
Actividades antrópicas cerca de los afluentes y fuentes de agua	Contaminación de los recursos hídricos	Promover la elaboración de una ordenanza provincial la misma que controle el desarrollo de todo tipo de actividades antrópicas (agricultura, ganadería, industria, etc.) por lo menos 5 metros alrededor de un afluente y/o fuente de agua.	Efectividad de la Ordenanza= % de territorio recuperado alrededor de afluentes y fuentes de agua	Documento de ordenanza	0	Corto(Año 1)
		Elaborar un estudio e implementación de un parque lineal alrededor río Ambato en la zona de estudio	% de la medida implementada	Estudio elaborado	20000	Largo (Año3)
		Implementar señalética informativa y de concienciación ambiental cerca de las vertientes de agua, paramos, ríos y	# de letreros implementados	Registro fotográfico Inspección visual	1000	Corto(Año 1)

		quebradas de la zona de estudio				
		Adecuar infraestructura de protección (barreras naturales con especies arbóreas) en el caso de las vertientes con un perímetro de 2 metros, para evitar el deterioro de las mismas.	# de barreras de protección implementadas	Registro fotográfico Inspección visual	500	Mediano (Año 2)
		Establecer un sistema de retribución para los propietarios de las zonas productoras de agua. Pago por servicios ambientales (PSA).	Efectividad de la medida=hectáreas protegidas zonas de producción de agua	Comprobantes de pago, fotografías, inspección visual	500	Mediano (Año 2)
		Establecer un sistema de monitoreo en puntos claves de la unidad hidrográfica en términos de calidad y cantidad de agua	Puntos de monitoreo realizados/ puntos de monitoreo determinados	Informes de laboratorio	200	Corto (Año1)
		Promover que se mantenga el caudal ecológico de los afluentes, de esa manera mantener el equilibrio ecológico	Caudal Ecológico=10% del caudal total	Informes de mediciones Registro fotográfico Inspección visual	0	Corto (Año1)
		Implementar sistemas de tratamiento de aguas residuales en centros poblados para que los efluentes sean devueltos adecuadamente a los causes de agua	Sistemas de tratamientos implementados/sistemas de tratamientos planificados	Registro fotográfico Inspección visual	10000	Largo (Año3)

		Proporcionar la asistencia técnica para las actividades de reforestación, en aquellas áreas consideradas como de protección y producción hidrológica donde han sido deforestadas.	Asistencias técnicas en reforestación realizadas/ asistencias técnicas planificadas	Registros de asistencia, fotografías, acta de capacitación, certificados	2000	Corto (Año1)
PROGRAMA DE PRESERVACIÓN DEL RECURSO SUELO						
Malas prácticas agrícolas y ganaderas	Destrucción y erosión del suelo	Promover la agricultura agroecológica para disminuir el uso intensivo de agroquímicos	Efectividad de la medida= hectáreas de cultivos con prácticas agroecológicas	Registro fotográfico Inspección visual	500	Corto (Año1)
		Implementar un centro comunitario Agroecológico para elaboración y asesoramiento de abonos y productos orgánicos para la agricultura	% de la medida implementada	Registro fotográfico Inspección visual	15000	Largo (Año3)
		Sembrar barreras vivas en terrenos con fuerte pendiente para evitar la pérdida de nutrientes del suelo por escorrentías	# de barreras vivas implementadas/ # de barreras vivas planificadas	Registro fotográfico Inspección visual	2500	Corto (Año1)
		Cercar las áreas sensibles (Páramos, zonas de protegidas, bosques endémicos) con mayor erosión para evitar el pastoreo y desprendimiento de la capa vegetal	# de zonas sensibles protegidas/# de zonas sensibles por proteger	Registro fotográfico Inspección visual	5000	Mediano (Año 2)

		Retirar progresivamente especies ganaderas no endémicas de las zonas de paramos y áreas protegidas	# de cabezas ganaderas retiradas de la zona de paramos y áreas protegidas	Registro de evacuación de especies ganaderas Registro fotográfico Inspección visual	2000	Largo (Año3)
		Promover la recolección de basura en la zona para evitar la inadecuada disposición de desechos	Efectividad de la medida= % de la población atendida por el servicio	Registro fotográfico Inspección visual	500	Corto (Año1)
		Implementar un programa de monitoreo vigilancia y control entre los actores sociales (GADS, MAE y población) sobre actividades no permitidas en la zona (quema de páramos, tala de bosques, etc.)	Efectividad de la medida= # de actores sociales como parte de la medida	Plan de monitoreo Registro fotográfico Inspección visual	1000	Corto (Año1)
PROGRAMA DE PRESERVACIÓN DEL RECURSO AIRE						
Emisiones por actividades antrópicas	Afectación a la calidad del aire	Evitar y sancionar la quema de pajonales y bosques en la zona de estudio	Efectividad de la medida= Hectáreas de pajonales protegidos	Sanciones ejecutadas Registro fotográfico Inspección visual	500	Corto (Año1)
		Promover la reforestación con especies de la zona y/o manejo de la regeneración natural	# de hectáreas reforestadas	Registro fotográfico Inspección visual	1000	Mediano (Año 2)

		Implementar viveros comunales cercanos a los sitios destinados a la reforestación, a través de asesoría técnica, conjuntamente con la participación comunitaria	# de viveros implementados/# de viveros planificados	Registro documentado Registro fotográfico Inspección visual	3000	Mediano (Año 2)
		Promover que la red vial de la zona de estudio sea utilizada mayoritariamente para actividades de tipo turística como ciclo rutas y/o ciclo paseos por el potencial turístico y belleza natural de la zona, evitando así emisiones de vehículos y ruido generado por los mismos	Efectividad de la medida= Km de vías consideradas como ciclo rutas	Registro documentado Registro fotográfico Inspección visual	1000	Corto (Año 1)
PROGRAMA DE PRESERVACIÓN PAISAJÍSTICA Y BIODIVERSIDAD						
Modificación de hábitats naturales e introducción de especies	Pérdida de la biodiversidad y recursos naturales	Realizar un estudio sobre las zonas con mayor diversidad en flora y fauna para su conservación	% de la medida implementada	Estudio elaborado	10000	Mediano (Año 2)
		Promover la implementación de senderos ecológicos que permitan mantener las condiciones naturales de la biodiversidad y paisaje de la zona de estudio	# de senderos ecológicos implementados/ # de senderos ecológicos planificados	Registro fotográfico Inspección visual	2000	Corto (Año 1)

		Controlar y vigilar la caza, captura, destrucción o aprovechamiento de especies de flora y fauna que son originarias de la cuenca hidrográfica.	Efectividad de la medida= # de operativos de control y vigilancia realizados	Registro de vigilancia y control Registro fotográfico Inspección visual	3000	Corto (Año1)
		Promover a través de políticas el turismo ecológico enfocado en la conservación de los recursos naturales en la zona de estudio y el mejoramiento de ingresos económicos de la población	% de la medida implementada	Informe de campo Registro fotográfico Inspección visual	0	Corto (Año1)
Valor total del Plan USD					\$ 81.200,00	

4.4.6 PLAN DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

4.4.6.1 Objetivo

Implementar los mecanismos de capacitación y educación sobre el manejo y la conservación adecuada de los recursos naturales de la cuenca media del río Ambato.

4.4.6.2 Responsables

Actores sociales (población y autoridades locales)

4.4.6.3 Recursos disponibles:

- **Recurso humano:** técnicos de los GAD'S Provincial, Cantonal y Parroquial. Universidades, ONG'S
- **Recurso técnico:** Legislación ambiental vigente.
- **Recurso económico:** financiado por los GAD'S Provincial, Cantonal y Parroquial. Universidades, ONG'S

4.4.6.4 Programas del Plan

- Programa de Capacitación
- Educación Ambiental

PLAN DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

OBJETIVOS:

Implementar los mecanismos de capacitación y educación sobre el manejo y la conservación adecuada de los recursos naturales de la cuenca media del Río Ambato.

PCEA-02

LUGAR DE APLICACIÓN:

Zona de influencia directa e indirecta

RESPONSABLE:

Actores sociales (población y autoridades locales)

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	PRESUPUESTO ESTIMADO	PLAZO (Meses)
Consumo de recursos naturales	Agotamiento de los recursos naturales	Capacitar a la población sobre la importancia de la conservación de las especies animales y vegetales.	# de capacitaciones realizadas/ # de capacitaciones planificadas	Registros de asistencia, fotografías, acta de capacitación, certificados	2000	Corto (Año1)
		Capacitar a las personas sobre la importancia de conservar el suelo y manejarlo de una forma sustentable por medio de una agricultura de terrazas e incentivar la sustitución de monocultivos por otros cultivos que devuelvan los nutrientes				
		Capacitar a la población sobre buenas prácticas de agricultura y ganadería				
		Capacitar y realizar campañas de reforestación en los centros educativos del sector				

		Implementar programas de difusión sobre la importancia de la conservación del paisaje a la población de la zona de estudio.				
EDUCACIÓN AMBIENTAL						
Desconocimiento de responsabilidad Ambiental y Social de la población	Alteraciones a la calidad de los elementos ambientes (Biótico y Abiótico)	Elaborar manuales de educación ambiental con temas relacionados al manejo y conservación de los recursos naturales de la unidad hidrográfica	% de la medida implementada	Manuales elaborados	3000	Corto(Año 1)
		Crear cursos didácticos permanentes y vacacionales en donde se difundan temas de educación ambiental con temas relacionados al manejo y conservación de los recursos naturales de la unidad hidrográfica	Efectividad de la medida= # de cursos realizados	Registros de asistencia, fotografías, certificados	2000	Corto(Año 1)
		Implementar seminarios y talleres gratuitos y de libre acceso para todo público sobre la problemática del medio ambiente y acciones para minimizar, corregir y minimizar los impactos ambientales negativos	Efectividad de la medida= # de seminarios y talleres realizados	Registros de asistencia, fotografías, certificados	3000	Corto(Año 1)
		Educación a la población y líderes comunitarios en labores de vigilancia y control de actividades no permitidas en la zona de estudio (quema de pajonales, deforestación actividades inadecuadas de agricultura y ganadería, caza de especies, etc.)	Efectividad de la medida= # de líderes comunitarios comprometidos con la vigilancia ambiental	Registros de asistencia, fotografías, acta de capacitación, certificados	5000	Corto(Año 1)
Valor total del Plan USD					\$ 15.000,00	

4.4.7 PLAN DE RESTAURACIÓN

4.4.7.1 Objetivo

Aplicar las medidas técnicas adecuadas para la recuperación de las áreas afectadas por actividades antrópicas en la cuenca media del río Ambato.

4.4.7.2 Responsables

Actores sociales (población y autoridades locales)

4.4.7.3 Recursos disponibles:

- **Recurso humano:** técnicos de los GAD'S Provincial, Cantonal y Parroquial. Universidades, ONG'S
- **Recurso técnico:** Legislación ambiental vigente.
- **Recurso económico:** financiado por los GAD'S Provincial, Cantonal y Parroquial. Universidades, ONG'S

4.4.7.4 Programas del Plan

- Programa de Reforestación y Recuperación de Cobertura Vegetal
- Programa De Buenas Practicas Agro productivas y Restauración

PLAN DE RESTAURACIÓN						
OBJETIVOS:						PR-03
Aplicar las medidas técnicas adecuadas para la recuperación de las áreas afectadas por actividades antrópicas en la cuenca media del río Ambato						
LUGAR DE APLICACIÓN:						
Zona de influencia directa e indirecta						
RESPONSABLE:						
Actores sociales (población y autoridades locales)						
PROGRAMA DE REFORESTACIÓN Y RECUPERACIÓN DE COBERTURA VEGETAL						
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	PRESUPUESTO ESTIMADO	PLAZO (Meses)
Explotación forestal	Modificación paisajística y biótica	Mediante una ordenanza provincial evitar los asentamientos humanos cerca de la línea de ribera del cauce de los afluentes y zonas protegidas de esa manera establecer límites para la ocupación del suelo.	Efectividad de la Ordenanza= % de suelo recuperado	Documento de ordenanza	0,00	Corto (Año 1)
		Promover la reforestación con especies de la zona y/o manejo de la regeneración natural.	Efectividad de la medida= hectáreas reforestadas	Registro de reforestación Inspección Visual Registro fotográfico	2000	Corto (Año 1)
		Recuperación de franjas de protección vegetal sobre de los márgenes de las redes hidrográficas a partir de la línea de ribera para protección de cauces	Efectividad de la medida= Km de franjas de protección vegetal recuperadas	Inspección Visual Registro fotográfico	2000	Mediano (Año 2)

		Reforestar con poblaciones vegetales propias de la zona en áreas de pajonales quemados y zonas deforestadas	Efectividad de la medida= hectáreas de pajonales recuperados y bosques naturales reforestados	Estudio realizado	2000	Mediano (Año 2)
PROGRAMA DE BUENAS PRACTICAS AGROPRODUCTIVAS Y RESTAURACIÓN						
Explotación intensiva de la agricultura y ganadería	Afectación a la calidad de agua, suelo y aire	Proporcionar asistencia técnica que permita las prácticas adecuadas en agricultura y ganadería en zonas adecuadas y subutilizadas e incrementar la producción y calidad de vida de la población.	# de asistencias técnicas realizadas/ # de asistencias técnicas planificadas	Registros de asistencia, fotografías, acta de capacitación, certificados	3000	Corto (Año 1)
		Desarrollar con los productores ganaderos, sistemas silvopastoriles con pastizales y especies forrajeras (leguminosas) y árboles maderables para mejorar y complementar la alimentación a la sombra del ganado de esa manera evitar la extensión de la frontera agrícola y ganadera.	Efectividad de la medida= hectáreas agrícolas y ganaderas con prácticas agrosilvopastoriles	Registro documentado de la medidas Registro fotográfico, inspección visual	1500	Mediano (Año 2)
		Capacitar a los productores ganaderos en el manejo de la leche y elaboración de subproductos lácteos para mejorar su economía	# de productores ganaderos capacitados	Registros de asistencia, fotografías, acta de capacitación, certificados	500	Mediano (Año 2)

		Fomentar técnicas alternativas de pastoreo (rotativo y sogueo) con cargas adecuadas de ganado por unidad de área.	% de la medida implementada	Registro documentado de la medidas Registro fotográfico, inspección visual	500	Mediano (Año 2)
		Plantación de cercas vivas para parcelar adecuadamente la tierra con el fin de reducir los efectos del sobrepastoreo, permitir la regeneración de especies arbóreas y reducir compactación del suelo.	Efectividad de la medida= Km de cercas vivas de parcelamiento implementadas	Registro documentado de la medidas Registro fotográfico, inspección visual	1000	Corto (Año 1)
		Incentivar mediante programas de cultivos sostenibles que de la cobertura del suelo utilizados para pastoreo se cultiven con pastos mejorados (al menos el 60%); los terrenos asociado a cultivos agrícolas tengan cobertura forestal o de frutales adecuados a la zona (al menos el 10%).	% de la medida implementada	Registro documentado de la medidas Registro fotográfico, inspección visual	1500	Mediano (Año 2)
		Desarrollar proyectos de producción piscícolas como una alternativa de economía local (criadero de truchas), mediante el asesoramiento técnico en todas las fases del cultivo piscícola; incentivando así el desarrollo económico y turístico como la pesca deportiva	% de la medida implementada	Registro documentado de la medidas Registro fotográfico, inspección visual	2000	Largo (Año3)
Valor total del Plan USD					\$ 16.000,00	

4.4.8 PLAN DE DESARROLLO COMUNITARIO

4.4.8.1 Objetivo

Establecer acciones encaminadas al mejoramiento y desarrollo de las condiciones, ambientales, económicas y sociales de las poblaciones de la cuenca media del río Ambato

4.4.8.2 Responsables

Actores sociales (población y autoridades locales)

4.4.8.3 Recursos disponibles:

- **Recurso humano:** técnicos de los GAD'S Provincial, Cantonal y Parroquial. Universidades, ONG'S
- **Recurso técnico:** Legislación ambiental vigente.
- **Recurso económico:** financiado por los GAD'S Provincial, Cantonal y Parroquial. Universidades, ONG'S

4.4.8.4 Programas del Plan

- Programa de Desarrollo Socio ambiental
- Programa de Desarrollo Socioeconómico

PLAN DE RESARROLLO COMUNITARIO

OBJETIVOS:	PDC-04
Establecer acciones encaminadas al mejoramiento y desarrollo de las condiciones, ambientales, económicas y sociales de las poblaciones de la cuenca media del río Ambato	

LUGAR DE APLICACIÓN:
Zona de influencia directa e indirecta

RESPONSABLE:
Actores sociales (población y autoridades locales)

PROGRAMA DE DESARROLLO SOCIOAMBIENTAL

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	COSTO ESTIMADO	PLAZO (Meses)
Falta de empoderamiento de responsabilidad ambiental de la población	Celeridad de la degradación ambiental en la unidad hidrográfica	Estructurar modelos de gestión local (GADS Parroquiales), a través de una red de información que permita a las comunidades actuar directamente sobre el manejo sostenible de sus recursos naturales (talleres, capacitaciones, programas radiales, etc.).	% de la medida implementada	Registros de asistencia, fotografías, acta de capacitación, certificados	1000	Corto (Año 1)
		Identificar y capacitar a líderes locales para lograr los cambios necesarios en el manejo de los recursos naturales de la zona.	Efectividad de la medida= # de líderes comunitarios capacitados	Registro documentado de la medidas Registro fotográfico, inspección visual	1000	Corto (Año 1)
		Informar a los habitantes sobre procesos de conservación y uso sostenible, a través del conocimiento generado por los diferentes estudios técnicos realizados en la zona y provincia	% de la medida implementada	Registro documentado de la medidas Registro fotográfico, inspección visual	500	Corto (Año 1)

		Capacitar a los líderes comunitarios en aspectos de manejo de conflictos y grupos comunitarios; esto facilitará la gestión en la solución de problemas ante los organismos locales para satisfacer demandas sociales de sus comunidades.	Efectividad de la medida= # de líderes comunitarios capacitados	Registros de asistencia, fotografías, acta de capacitación, certificados	500	Corto (Año 1)
PROGRAMA DE DESARROLLO SOCIOECONOMICO						
Bajo desarrollo económico de la población en la zona de estudio	Fuerte presión de actividades productivas sobre los recursos naturales de la unidad hidrográfica	Apoyar técnicamente a los pobladores para la gestión agro empresarial, a nivel colectivo para mejorar la calidad de vida del sector.	# de asistencias técnicas realizadas/ # de asistencias técnicas planificadas	Registros de asistencia, fotografías, acta de capacitación, certificados	500	Mediano (Año 2)
		Promover campañas en las comunidades y familias de la zona la participación comunitaria en el mejoramiento de las condiciones de salubridad (recolección de basura, agua y alcantarillado) de la población.	% de la medida implementada	Registro documentado de la medidas, Registro fotográfico, inspección visual	500	Corto (Año 1)
		Promover el desarrollo socio económico de la zona mediante la gestión en el mejoramiento de la infraestructura, servicios básicos y caminos vecinales.	Efectividad de la medida= % de la población asistida por servicios básicos y caminos vecinales	Registro documentado de la medidas Registro fotográfico, inspección visual	1000	Largo (Año3)
		Apoyar a las comunidades mediante talleres de trabajo en la recuperación y el mantenimiento de sus prácticas culturales	% de la medida implementada	Registros de asistencia, fotografías, acta de	2000	Corto (Año 1)

		tradicionales para conservar su identidad y tradiciones		capacitación, certificados		
		Promover la producción de alimentos y diversificación de cultivos rentables que permitan asegurar los bienes de consumo básico, generar empleo y mejorar la economía de los pobladores.	% de la medida implementada	Registro documentado de la medidas Registro fotográfico, inspección visual	500	Corto (Año 1)
		Fomentar en los pobladores el cooperativismo y otra forma de asociación como alternativa para obtener créditos para actividades productivas	Efectividad de la medida= # de asociaciones conformadas	Registro de asociaciones, Registro fotográfico, inspección visual	500	Corto(Año 1)
Valor total del Plan USD					\$ 8.000,00	

4.4.9 PLAN DE SEGUIMIENTO

4.4.9.1 Objetivo

Evaluar la eficiencia de las medidas de prevención adoptadas, mediante un programa de monitoreo periódico sobre determinados indicadores ambientales para un mejor control de los impactos negativos.

4.4.9.2 Responsables

Actores sociales (población y autoridades locales)

4.4.9.3 Recursos disponibles:

- **Recurso humano:** técnicos de los GAD'S Provincial, Cantonal y Parroquial. Universidades, ONG'S
- **Recurso técnico:** Legislación ambiental vigente.
- **Recurso económico:** financiado por los GAD'S Provincial, Cantonal y Parroquial. Universidades, ONG'S

4.4.9.4 Programas del Plan

- Programa de Monitoreo y Seguimiento

PLAN DE SEGUIMIENTO						
OBJETIVOS:						PS-05
Evaluar la eficiencia de las medidas de prevención adoptadas, mediante un programa de monitoreo periódico sobre determinados indicadores ambientales para un mejor control de los impactos negativos.						
LUGAR DE APLICACIÓN:						
Zona de influencia directa e indirecta						
RESPONSABLE:						
Actores sociales (población y autoridades locales)						
PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO						
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	COSTO ESTIMADO	PLAZO (Meses)
N/A	N/A	Realizar registros de control y cumplimiento para los diferentes planes y programas estipulados en el Plan de Manejo	# de registros de control realizados/ # de registros de control planificados	Documentos de registros de control	100	Corto(Año 1)
		Llevar un control de monitoreo de calidad agua y cantidad del recurso hídrico que deberá cumplir con los parámetros establecidos en la legislación ambiental vigente antes de ser descargada a un cuerpo de agua.	# de puntos monitoreados/ # de puntos planificados en el monitoreo	Informes de laboratorio y de mediciones de caudal, registro fotográfico, inspección visual	100	Corto(Año 1)
		Realizar informes de cumplimiento y desarrollo del Plan de manejo	# de informes realizados/ # de informes planificados	Documentos de Informe de cumplimiento	100	Corto(Año 1)
		Realizar un plan de mejoras del Plan de manejo en caso de ser necesario	% de la medida implementada	Documento del Plan de mejoras	100	Mediano (Año 2)
Valor total del Plan USD					\$ 400,00	

CAPITULO V.

5 DISCUSIÓN.

La investigación, ha generado múltiples resultados como producto de una exhaustiva búsqueda y generación de información en la zona de estudio y en el laboratorio.

La línea base describe los aspectos físicos, bióticos y socio económicos relevantes de la unidad hidrografía, al analizar la hidrografía con el método Pfastetter se determinó que la zona es una intercuenca categoría 7, conformada por ocho unidades hidrográficas más pequeñas. El análisis morfométrico dio como resultados que la cuenca es de tamaño intermedio, de forma redonda-oval con una pendiente pronunciada (34%). La curva hipsométrica indica que la unidad hidrográfica se encuentra en una etapa de madurez y equilibrio es decir de tipo B de acuerdo a Strahler (1964), con lo cual se observa actividad erosiva media.

El análisis meteorológico indica que la unidad hidrográfica tiene una precipitación anual de 864.8 mm y una temperatura media de 6.99 °C, predomina el clima frío-templado, tiene la influencia estacional del cañón del Pastaza, cuyos vientos modifican el clima de la región generando zonas frías de serranía y pequeñas zonas con características climáticas propias.

En la unidad hidrográfica se encontró 130 concesiones para diferentes usos: riego y consumo humano como los más importantes. Los principales usos del suelo son para cultivos de ciclo corto, cultivos de frutales y pastos naturales o plantados, también existen zonas de páramo los cuales ocupan el 58% del área total de la cuenca hidrográfica.

La geología del sector determina que la cuenca esta sobre las siguientes las formaciones: Latacunga, Pisayambo, lavas del Carihuairazo y Cangagua; por lo que se deduce que la unidad hidrográfica es de topografía accidentada. Además por estas condiciones se observan importantes zonas productivas que son aprovechadas por la actividad agrícola-ganadera.

La línea base describe la biota del sector la cual tiene una gran diversidad de especies animales y vegetales entre especies endémicas como introducidas, por lo tanto las características geográficas, geológicas y climáticas son las condiciones que influyen en la fisonomía de la flora y fauna, lo que permite el crecimiento de diferentes formas de vida. Además la unidad hidrográfica es una zona intervenida por actividades antrópicas, razón por la cual no se encontró características realmente propias en cuanto a sus aspectos bióticos.

El estudio de calidad y cantidad de agua de la intercuenca muestra información muy importante sobre su estado, mediante la aplicación de cuatro índices: ICA de Montoya, ABI, ETP y BMWP. Estos resultados indican que la zona alta de la cuenca tiene una calidad aceptable, conforme avanza el río el agua tiene cierto grado de contaminación y en el punto más bajo de la zona es evidente la contaminación del recurso hídrico, por lo que se debe considerar que el agua en las zonas altas es apta para cualquier uso, mientras va descendiendo el agua por los cauces de los afluentes a las partes medias y bajas se va contaminando, especialmente por las actividades antrópicas identificadas en la zona como: agricultura, ganadería, descargas sanitarias de los poblados de hogares y de ciertas actividades industriales.

El análisis socioeconómico muestra que la zona tiene una población joven, en edad económicamente activa, mayoritariamente indígenas y mestizos, como principales actividades económicas esta la agricultura y ganadería y en pequeña proporción las industriales; sin embargo la población tiene problemas de tipo social, económico y ambiental como la falta de servicios básicos, tecnificación de sus actividades para mejorar sus condiciones de vida y la degradación del medio ambiente por la fuerte presión que ejerce la población sobre los recursos naturales.

El análisis FODA nos plantea la situación real en que se encuentra la unidad hidrográfica en todos sus aspectos. Las fortalezas encontradas en la intercuenca son: especies vegetales y animales propias del sector, zonas de páramos conservados, población organizada con participación social y liderazgo, patrimonio natural y ambiental para turismo comunitario. Las oportunidades identificadas son: el apoyo de los GAD's y ONGs en temas de desarrollo local, inclusión de la población en la toma de decisiones, presencia de turistas

hacia páramos comunales, apoyo de instituciones de educación superior en temas de investigación y solución de problemas. Las debilidades del sector son: manejo inadecuado de los recursos hídricos, desinterés sobre el cuidado del ambiente y sus recursos, zonas de recarga hídrica desprotegidas, explotación agrícola inadecuada, desacuerdos entre algunas comunidades, falta de capacitación en temas de desarrollo local, la juventud no se involucra en temas de desarrollo local, población desconfiada hacia instituciones y personas que ingresan al sector. Las amenazas son la falta de apoyo de carácter técnico y económico a la población, explotación indiscriminada de los recursos naturales, quema de pajonales y bosques, efectos a causa del cambio climático como sequía y lluvias extremas, descargas de efluentes sin tratamiento, elevados niveles de desempleo y subempleo que vive el país hace que se incremente los movimientos migratorios de la zona rural a la urbana.

La identificación y evaluación de impactos confirma y es acorde a lo que la línea base y el FODA demuestra en sus resultados referentes a las amenazas que pueden afectar a la zona de estudio, y establecer el nivel de afectación. La evaluación determina que los elementos más afectados son la flora y la fauna, luego está el impacto sobre la calidad y cantidad de agua, la afectación al suelo es otro de los componentes relevantes, finalmente esta las afectaciones al paisaje, calidad del aire y los malos olores.

El plan de manejo formulado plantea acciones encaminadas al aprovechamiento, protección y conservación de los recursos naturales de la cuenca en función a las necesidades sociales y ambientales.

CAPITULO VI.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1 Conclusiones

- Los resultados demuestran que la unidad hidrográfica es una zona intervenida, aunque tiene ciertas zonas en conservación; con lo cual especies animales y vegetales identificadas son endémicas e introducidas.
- Las actividades agrícolas y ganaderas son las que afectan mayoritariamente a la zona de estudio en sus componentes ambientales.
- Los análisis de calidad de agua demuestran que los ríos, riachuelos, quebradas y el río Ambato tienen variedad de grupos de macroinvertebrados debido a las actividades que se desarrollan en la zona de estudio.
- El ICA de Montoya y los índices biológicos de calidad de agua: ABI, ETP, BMWP utilizados en la investigación concuerdan en sus resultados; demuestran que en la zona alta (puntos de muestreo: 1, 2 y 3) el grado de contaminación es leve, en las zonas bajas la contaminación es evidente; a excepción del punto de muestreo 9 ubicado en do río Alajua donde el grado de contaminación es similar a los puntos en la zona alta.
- La disponibilidad de agua en la zona alta del río Ambato permite la recuperación del estado ecológico del río; en la zona media y baja luego de la toma del canal Huachi Pelileo el caudal del río se reduce considerablemente afectando a las condiciones ecológicas del río.
- La morfometría de la unidad hidrográfica demuestra que es una zona accidentada de tamaño intermedio, se encuentra en una etapa de madurez y equilibrio, con fase de río tipo B, representando una actividad erosiva media.
- En la zona de estudio las condiciones socioeconómicas de la población son precarias. Los niveles de pobreza, como por necesidades básicas insatisfechas

(servicios básicos, salud y educación), hace que la viabilidad social para la conservación de los recursos se ponga en riesgo, y esté determinada por el apoyo al desarrollo que tengan las comunidades en el área de influencia, que en la actualidad es baja en calidad de vida.

- La falta de conciencia ambiental, nivel de educación, ocasionan prácticas inadecuadas al ambiente y una fuerte presión en la utilización de los recursos naturales.
- La investigación confirma que la planificación, manejo y conservación a nivel de cuencas hidrográficas no se lo hace únicamente en función al recurso hídrico sino que se considera e incluye otros elementos de estudio existentes en la cuenca, ya que es un sistema complejo e integral

6.2 Recomendaciones.

- Potenciar el desarrollo de actividades alternativas económicas en el sector como el ecoturismo, ciclo rutas, paseos por senderos, hospedajes comunales, entre otras actividades para mejorar el manejo y conservación de la unidad hidrográfica.
- Es necesario que las autoridades competentes presten adecuadamente los servicios básicos a la población e infraestructura de saneamiento ambiental para mitigar los efectos negativos en el ambiente.
- Impulsar el desarrollo investigativo y de cooperación interinstitucional en la zona con instituciones de educación superior para el desarrollo de proyectos productivos, intercambio y generación del conocimiento, investigaciones en el área ambiental y social, entre otros.
- Socializar la presente investigación en los diferentes niveles de gobierno con la finalidad que se ejecute la presente investigación y se coordinen acciones para el cumplimiento del Plan de Manejo.

- Se debe actualizar periódicamente la información relacionada con la calidad y cantidad de agua mediante una red de monitoreo en los puntos establecidos en la investigación.
- El muestreo de calidad de agua se debería realizar en otras épocas del año para analizar su variabilidad.

CAPITULO VII.

7 BIBLIOGRAFÍA.

- AM061, R. L. (lunes de mayo de 2015). *Acuerdos Ministeriales. Subsecretaría de Calidad Ambiental*. Obtenido de Acuerdos Ministeriales. Subsecretaría de Calidad Ambiental:
<http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/185880/ACUERDO+061+REFORMA+LIBRO+VI+TULSMA+-+R.O.316+04+DE+MAYO+2015.pdf/3c02e9cb-0074-4fb0-afbe-0626370fa108>
- Aroner, E. (2009). *UNIVERSIDAD DE PAMPLONA*. Obtenido de ICA, INDECES DE CALIDAD DE AGUA:
http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portaIG/home_10/recursos/general/pag_contenido/libros/06082010/icatest_capitulo3.pdf
- Bernis, J. M. (2005). *Plan Hidrologico Nacional*. España: eumed.net.
- Breña, A. (2006). *Principios y fundamentos de la hidrologia superficial-Universidas Autonoma Metropolitana de Mexico* . Obtenido de Principios y fundamentos de la hidrologia superficial-Universidas Autonoma Metropolitana de Mexico :
http://www.uamenlinea.uam.mx/materiales/licenciatura/hidrologia/principios_fundamentos/libro-PFHS-05.pdf
- Carrera, C. (2001). Manual de macroinvertebrados acuaticos. Ecociencia . *Calidad de Agua*, 57.
- Carrie, J. (26 de febrero de 2013). *Curso Cuencas*. Obtenido de Curso Cuencas:
http://biblioteca.catie.ac.cr/cursocuencas/documentos/Manual_de_Manejo_de_Cuencas_Vision_Mundial_mod.pdf
- Carrillo, A. G. (JUNIO de 2011). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS ÍNDICES DEL DEL AGUA (ICA) DE LOS RÍOS TECOLUTLA Y CAZONES EN EL PERIODO MARZO DICIEMBRE 2010*. Obtenido de ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS ÍNDICES DEL DEL AGUA (ICA) DE LOS RÍOS TECOLUTLA Y CAZONES EN EL PERIODO MARZO DICIEMBRE 2010:

<http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/29483/1/CarrilloCastroyVillalobosAlcazar.pdf>

Castaño, J. A. (2011). *S.I.G (SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICO)*. Obtenido de S.I.G (SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICO):

https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CCEQFjABahUKEwjE2M6tupXIAhVMFh4KHd7_COc&url=http%3A%2F%2Fwww.utp.edu.co%2F~wilopez%2FExposicionesFII%2FS.I.G%2520sistema%2520de%2520informacion%2520geografica.ppt&usg=A

Culqui, W. (Mayo de 2015). Es.I.A. Ceticuero Curtiduria . *Estudios de Impacto Ambiental MAE 2015*. Ambato, Tungurahua , Ecuador .

Delgadillo, A. (2005). *Web del profesor*. Obtenido de Web del profesor:

<https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CCIQFjABahUKEwiJ5JTW9PbHAhULXh4KHeLmAZ0&url=http%3A%2F%2Fwebdelprofesor.ula.ve%2Fingenieria%2Fadamoreno%2FHIDRO%2FMORFOMETR%25CDA%2520DE%2520CUENCAS.pdf&usg=AFQjCNFWFRJ>

Domínguez, E. (2006). *Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos*. Obtenido de Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos.:

<http://www.ub.edu/fem/docs/caps/2009%20MacroIndLatinAmcompag0908.pdf>

Echarri, L. (1998). *Ciencias de la tierra y del medio ambiente* . Obtenido de

<http://www4.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/15HombAmb/150ImpAmb.htm>

Evren, C. (2012). *Es.I.A. Quito*. Obtenido de Es.I.A. Quito:

idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36720777

Faustino, J. (2000). *Manejo de Cuencas Hidrograficas* . Obtenido de Manejo de Cuencas Hidrograficas :

https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CBwQFjAAahUKEwid0Oer5vbHAhVBXh4KHdi0Czs&url=http%3A%2F%2Fwww.bvsde.paho.org%2Fbvsade%2Ffulltext%2FCuencas.pdf&usg=AFQjCNFLn71_xU6ovFrDqjRMLDXIH7bmCA

- FECYT, F. E. (2004). *Unidad Didagtica* . Obtenido de Unidad Didagtica:
<http://www.cab.inta.es/uploads/culturacientifica/adjuntos/20130121115236.pdf>
- Galvez, J. J. (2011). *Cartilla Tecnica Aguas Suterraneas-Acuiferos*. Lima.
- García, L. F. (2009). *Indicadores de Calidad de Agua*. Obtenido de Indicadores de Calidad de Agua:
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6166/1/INDICADORES%20DE%20CALIDAD%20DEL%20AGUA%20EXPOSIC.pdf>
- García, T. V. (NOVIEMBRE de 2012). *PROPUESTA DE ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA PARA ECOSISTEMAS HÍDRICOS DE CHILE*. Obtenido de PROPUESTA DE ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA PARA ECOSISTEMAS HÍDRICOS DE CHILE:
http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/112367/cf-garcia_tq.pdf?sequence=1
- Gonzáles, C. (2011). *Monitoreo de la Calidad de Agua*. Obtenido de Monitoreo de la Calidad de Agua: <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-859/maguaturbidez.pdf>
- González, M. (2010). *The ATLAS simulation infrastructure*. Obtenido de <http://www.cocacodosinclair.gob.ec/wp-content/uploads/2013/12/MEmoriaManejoCuencas.pdf>
- Hernandez, J. C. (octubre de 2010). *Indices e Indicadores Ambientales-Centro de Educación a Distancia-Facultad de Agronomía*. Obtenido de Indices e Indicadores Ambientales-Centro de Educación a Distancia-Facultad de Agronomía: http://www.agro.uba.ar/agro/ced/ambiental/clase_4.htm
- Jiménez, A. A. (2000). *Instituto Tecnológico de Química y Materiales*. Obtenido de Instituto Tecnológico de Química y Materiales: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieria-ambiental/otros-recursos-1/OR-F-001.pdf>
- Jiménez, B. E. (2010). *Calidad del agua: un enfoque multidisciplinario*. Obtenido de Calidad del agua: un enfoque multidisciplinario:

<http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/Mexico/iiec-unam/20110804014021/Calidagua.pdf>

Jiménez, F. (2005). *Cuencas hidrograficas* . Obtenido de http://www.infoiarna.org.gt/guateagua/subtemas/3/2_Cuencas_Hidrograficas.pdf

Largo, I. A. (2009). *Repositorio Digital ESPE*. Obtenido de Repositorio Digital ESPE: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/870>

MAE. (2012). *Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental*. Obtenido de https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&cad=rja&uact=8&sqi=2&ved=0CD8QFjAIAhUKEwjXzZ6605XIAhWJXR4KHSmuBPc&url=http%3A%2F%2Fwww.ambiente.gob.ec%2Fwp-content%2Fuploads%2Fdownloads%2F2012%2F09%2FLEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf&us

Medina, K. (junio de 2011). *MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS INDICADORES DE CONTAMINACIÓN EN EL RÍO CHILI ENTRE JUNIO A AGOSTO DEL 2011, AREQUIPA* -. Obtenido de MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS INDICADORES DE CONTAMINACIÓN EN EL RÍO CHILI ENTRE JUNIO A AGOSTO DEL 2011, AREQUIPA -: http://www.academia.edu/7278244/_MACROINVERTEBRADOS_BENT%C3%93NICOS_INDICADORES_DE_CONTAMINACION_EN_EL_R%C3%8DO_CHILI_ENTRE_JUNIO_A_AGOSTO_DEL_2011_AREQUIPA_-_PER%C3%9A_

Morales, V. (2003). *Sistema de Bibliotecas Escuela Politecnica Nacional*. Obtenido de Sistema de Bibliotecas Escuela Politecnica Nacional: <http://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/viewFile/114/110>

OEA. (1978). *Organizacion de Estados Americanos*. Obtenido de Organizacion de Estados Americanos.

Ríos, B. (2014). *EL ABI UN ÍNDICE PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA EN ZONAS ANDINAS-INDOAMERICA*. Obtenido de EL ABI UN ÍNDICE PARA

EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA EN ZONAS ANDINAS-
INDOAMERICA: [http://www.uti.edu.ec/index.php/noticias-
investigacion/item/399-el-abi-un-indice-para-evaluar-la-calidad-del-agua-en-
zonas-andinas.html](http://www.uti.edu.ec/index.php/noticias-investigacion/item/399-el-abi-un-indice-para-evaluar-la-calidad-del-agua-en-zonas-andinas.html)

Rodríguez, S. A. (2010). *La dureza del agua*. Obtenido de La dureza del agua:
http://www.edutecne.utn.edu.ar/agua/dureza_agua.pdf

Roldan, G. (1988). *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia*. Obtenido de Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia:
<http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/524/1/T2516.pdf>

Romero, J. A. (2002). *Tratamiento de aguas residuales*. Obtenido de Tratamiento de aguas residuales: <http://www.librosyeditores.com/tiendalemoine/ingenieria-ambiental/425-tratamiento-de-aguas-residuales-teoria-y-principios-de-diseno-9588060133.html>

Romero, R. (2005). *Morfología de Cuencas Hidrográficas-Riu Net*. Obtenido de Morfología de Cuencas Hidrográficas-Riu Net:
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10782/Morfolog%C3%ADa%20de%20una%20cuenca.pdf>

Rosas, L. (2009). *PROCEDIMIENTOS DE DELIMITACIÓN Y CODIFICACIÓN DE UNIDADES HIDROGRÁFICAS. CASO: ECUADOR*. Quito.

Sierra, R. (2009). *Propuesta preliminar de un Sistema de Clasificación de vegetación para Ecuador Continental*. Obtenido de Propuesta preliminar de un Sistema de Clasificación de vegetación para Ecuador Continental :
http://www.ecociencia.org/archivos/RSierra_PropVegEcuador_1999-120103.pdf

Solis., H. M. (2012). *Repositorio Digital Universidad Politécnica Salesiana-Ecuador*. Obtenido de Repositorio Digital Universidad Politécnica Salesiana-Ecuador:
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/3589>

Strahler, A. (1989). *Geografía Física. Tercera edición*. Obtenido de Geografía Física.
Tercera edición: [http://www.casadellibro.com/libro-geografia-fisica-3-
ed/9788428208475/273942](http://www.casadellibro.com/libro-geografia-fisica-3-ed/9788428208475/273942)

Vega, R. (2008). *Gestión de Recursos Naturales Consultoría*. Obtenido de Gestión de
Recursos Naturales Consultoría: [http://www.grn.cl/linea-de-base-
ambiental.html](http://www.grn.cl/linea-de-base-ambiental.html)

CAPITULO VIII.

8 APÉNDICES O ANEXOS.

8.1 DOCUMENTACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN DE CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL



Riobamba, noviembre 10 de 2014
 Oficio N° 341-EIAM-14

Ingeniero
 Fernando Naranjo
PREFECTO DEL GAD PROVINCIAL DE TUNGURAHUA
 Presente

Estimado Prefecto

Me dirijo a usted extendiéndole un cordial saludo a nombre de la Carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Chimborazo, a la vez que me permito solicitarle muy comedidamente considere el nombre del señor **WILMER JAVIER TINGO CALLI**, portador de la C.I 060435118-9, egresado la carrera en mención, con la finalidad de que se le de las facilidades necesarias para que pueda desarrollar su tesis con el tema: **"PLAN DE MANEJO DE LA MICROCUENCA DEL RIO AMBATO- ZONA MEDIA, MEDIANTE LA CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO"**, durante seis meses iniciando en el mes de diciembre del presente año.

Adjunto la propuesta del perfil del proyecto.

Agradeciéndole por su atención y compromiso.

Cordialmente

Ing. Patricia Andrade
DIRECTORA CARRERA
INGENIERÍA AMBIENTAL
 Adj: lo indicado



vch
 c.c. archivo

GOBIERNO PROVINCIAL
 DE TUNGURAHUA

13 NOV 2014

UNIDAD DE ARCHIVO

Campus Universitario "M.C. Edson Eiroa Rodríguez"
 Av. Antonio José de Sucre Km 11 (1/2 vía a Guano)
 Teléfono 5264116 - 5264215 - 5264307

RIOBAMBA-CHIMBORAZO-ECUADOR

Tecnología, Humanismo y Calidad

H. GOBIERNO PROVINCIAL DE TUNGURAHUA



Ambato - Ecuador

PBX: (03) 373 0220 Fax: (03) 242 2297
 Email: gobierno.provincial@tungurahua.gob.ec

Casilla 18-01-3:
 Bolívar y Casti

MEMORANDO

2014- 02350

Para: Ingeniero Carlos Sánchez, Director de Recursos Hídricos

Asunto: Orden Administrativa

Ambato noviembre 3, 2014

En atención al oficio DRH-GA-1516-2014 del 1 de diciembre del 2014 que tiene relación con el trámite 2014-2141 de la Universidad Nacional Chimborazo, estoy autorizando se brinde las facilidades para que el señor Wilmer Javier Tingo Calí, egresado de la Carrera de Ingeniería Ambiental pueda desarrollar el tema de tesis: Plan de Manejo de la Microcuenca del Río Ambato - Zona Medina, mediante caracterización de la zona de Estudio.

Ing. M. P. Hernández: Vicedirector


 Ing. Fernando Naranjo Lalama
 Prefecto Provincial



H. GOBIERNO PROVINCIAL DE TUNGURAHUA

PBX: 03-3730220 FAX: 2422-297
e-mail: gobierno.provincial@tungurahua.gob.ec



Casilla: 16-01-320
Bolívar y Castillo

Ambato octubre 13, de 2015
DRH – GA- 1534-2015

Señores
De la Cuenca del Río Ambato

Presente,

Estimados Señores que habitan en las riberas de las Cuencas del Río Ambato, el H. Gobierno Provincial de Tungurahua se encuentra realizando una actualización de la información sobre la calidad y cantidad de agua del Río Ambato, motivo por el cual el Señor Javier Tingo estudiante de la Universidad Nacional de Chimborazo - UNACH, y personal del HGPT se encuentran realizando la toma de muestras y medición de caudales de varios puntos a lo largo del río, solicitamos de la manera más comedida dar las facilidades para el ingreso hacia estos puntos, y el trabajo pueda ser realizado de manera adecuada.

Gracias por su atención y colaboración.

Atentamente

Ing. Carlos Sanchez

DIRECTOR PROVINCIAL DE RECURSOS HIDRICOS Y
GESTIÓN AMBIENTAL.



8.2 HOJAS TÉCNICAS



FORMULARIO DE LABORATORIO PARA EL REGISTRO DE DATOS DE MACROINVERTEBRADOS.

N° de Formulario:
 Unidad Hidrográfica:
 Nombre del Colector:

Fecha:
 Río:
 Código de la Muestra:

#	ORDEN	FAMILIA	# Individuos	DESCRIPCION
1	E	b	3 COLAS	Agallas en forma de Hoja ^{1-10 mm} OJOS GRANDES.
2	E	l	3 COLAS	Agallas bifurcadas ^{1-15 mm}
3	E	lep	3 COLAS	Agallas en punta ^{Tovar robusto, patas cortas}
4	E	o	3 COLAS	Cuerpo robusto, pelos en las patas anteriores ^{de 20-25 mm / parecido al blanco}
5	P	p	2 COLAS	Branquias ramificadas en el tórax, miden ^{de 20-50 mm / patas geladas.}
6	P	g	2 COLAS	Fragmentos de 3-10 mm, color oscuro y pelos ^{negros.}
7	T	h	FORMA DE GUSANO	Tienen forma de caracol, vida anual en forma ^{de gusano con pelos.}
8	T	c	FORMA DE GUSANO	Caracol hecho de Hoja, patas solo en el tórax ^{tiene forma cilíndrica / branquias ancha.}
9	T	hy	FORMA DE GUSANO	Agallas abdominales ramificadas, parte ^{anterior en forma de serpiente y con pelos, mide 11-17 mm.}
10	T	hd	FORMA DE GUSANO	Pequeñas de 2-4 mm, agallas ramificadas, pocas ^{pelos azules, color blanco / cabeza forma de bastón.}
11	T	hb	FORMA DE GUSANO	De 10-15 mm, alargado, cabeza larga y oscura, patas ^{de antenas robustas / forma gusano.}
12	T	gs	FORMA DE GUSANO	Mide 8 mm tiene caparazón en forma de ^{testuga / vida anual en forma de gusano.}
13	T	gh	FORMA DE GUSANO	Mide de 10-18 mm, raro en forma de T, cabeza ^{y cuerpo oscuro.}
14	T	lur.	FORMA DE GUSANO	15 mm de largo, tiene un cuerpo no entre el ^{ojo / pelat en la cabeza, cuerpo alargado blanco.}
15	T	od	FORMA DE GUSANO	8-10 mm, posee patas anales con ganchos ^{de pinos.}
16	T	a	FORMA DE GUSANO	Cuerpo Alargado, vida anual recta / vive ^{capa 1105 en forma de cono.}
17	T	rl	FORMA DE GUSANO	15-17 mm, cabeza y cuerpo alargado, patas ^{alargadas en forma de X.}
18	T	rf	FORMA DE GUSANO	7-15 mm Mandíbulas bien desarrolladas ^{en forma de cono.}

- Códigos:
- EPHEMEROPTERA - E
 - BAETIDAE - b
 - LEPTOPHEBIIDAE - l
 - LEPTOHYPHIDAE - lep
 - ONICOMERIDAE - o
 - PLECOPTERA - P
 - PERLIDAE - p
 - SEPTOPTERYGIIDAE - g
 - TRICHOPTERA
 - HELIOPHYCHIDAE - h
 - CHAMOCERATIDAE - c
 - HYDROPSYCHIDAE - hy
 - HYDROPTILIDAE - hd
 - HYDROBIOSIDAE - hb
 - GLOSSOSOMATIDAE - gs
 - PHILOPOTAMIDAE - ph
 - LIMNETHIDAE - lur.
 - OTUNTOCERIDAE - od
 - ANOMALOPSYCHIDAE - a
 - POLYCENTROPIDAE - pl
 - LEPTOCERIDAE - lf.



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES

S.E. 077-15

CODIGO MUESTRA	FECHA	pH		CONDUCTIVIDAD		TURBIDEZ		COLOR		DQO		DETERGENTES		CLORUROS		DUREZA TOTAL		SULFATOS		FOSFATOS		NITRATOS		NITRITOS		NITROGENO AMONICAL	
		PE-15A-01		µS/cm		FTU		Utr-n		mg/l		mg/l		mg/l		mgCaCO3/l		mg/l		mg/l		mg/l		mg/l		mg/l	
		EB1	PE-15A-02	EB5	S. M. 2130-B	S. M. 2120-C	PE-15A-01	EB2	S. M. 9540-C mod	S. M. 9500-CFE mod	S. M. 2390-C	S. M. 4500-S04-F mod	S. M. 4500-P-E	S. M. 4500-NO3-E mod	S. M. 4500-NO2-E mod	S. M. 4500-NO3-B mod	S. M. 4500-NO3-BAC mod										
Verif pH 7,00	12/10/15	7,00																									
MA-134-15	12/10/15	7,48	402	3,15	43	-	≤ 10		2,83	-	160							0,69		13,1						-	0,48
MA-135-15	12/10/15	7,52	254	3,80	43	-	≤ 10		2,83	-	144							0,73		7,8						-	0,87
MA-136-15	13/10/15	7,62	249	3,90	47	-	≤ 10		1,41	-	160							1,01		9,5						-	0,29
MA-137-15	13/10/15	7,83	244	3,39	44	-	≤ 10		2,83	-	152							1,20		3,6						-	1,51
MA-138-15	13/10/15	7,96	235	3,09	32	-	≤ 10		1,41	-	168							1,21		16,2						-	0,31
MA-139-15	13/10/15	7,95	252	2,67	71	-	≤ 10		2,83	-	152							1,64		4,1						-	0,29
MA-140-15	13/10/15	8,03	262	2,44	69	-	≤ 10		1,41 4,24	-	176							0,70		22,8						-	0,32
MA-141-15	13/10/15	8,34	368	2,39	18	-	≤ 10		4,24	-	168							1,75		31,2						-	0,40
MA-142-15	13/10/15	8,69	201	3,87	43	-	≤ 10		4,24	-	128							0,85		53,6						-	0,35
MA-143-15	13/10/15	8,52	359	4,73	44	-	≤ 10		4,24	-	176							1,09		30,7						-	0,34

RESPONSABLE:
L.E. lectura del equipo
F.D. factor de dilucion
SUPERVISADO POR:

FP00101-01



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



S.E. _____

CODIGO MUESTRA	FECHA	DBD	$(T1 - T2) \times N \times 8000$ mL muestra			SOLIDOS TOTALES			MATERIA FLOTANTE	ACEITES Y GRASAS	CLORUROS	DUREZA CALICA	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALES
			mg OZ/l			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/l	mgCaCO3/L	NMP/100ml	NMP/100ml	
STANDARD METHODS 5210 - B			PE-ISA-04 E104, E105			S.M. 2530-B	EPA 418.1	S.M. 2500 - ClE mod	S.M. 2340 - C	S.M. 9221 - C	S.M. 9221 - B			
			T1	T2	R	P1	P2	R						
MA-134-15	13/10/15								S.S. 9		Alcalinidad 260	SOT 199,2	50	< 2
MA-135-15	13/10/15								2		220	131,9	122	< 2
MA-136-15	13/10/15								1		232	124,1	107	< 2
MA-137-15	13/10/15								1		244	123,6	161	< 2
MA-138-15	13/10/15								2		228	120,6	65	< 2
MA-139-15	13/10/15								1		240	126,9	129	< 2
MA-140-15	13/10/15								1		236	131,9	95	< 2
MA-141-15	13/10/15								2		272	179,7	64	9
MA-142-15	13/10/15								3		196	104,9	285	< 2
MA-143-15	13/10/15										212	186,1	76	28
RESPONSABLE:														

SUPERVISADO POR:

FPED101-01



FICHA DE CAMPO

INTERCUENCA ZONA MEDIA DEL RIO AMBATO



Fecha: _____

LUGAR		GEOREFERENCIACION		PARROQUIA/SECTOR
		X:		
		Y:		
		A:		
DESCRIPCION DEL LUGAR				
PRINCIPALES ACTIVIDADES DEL SECTOR				
POBLACION		SERVICIOS BASICOS		TENENCIA DE SUELO
Dispersa:	Agua:			Comunitaria:
Agrupada:	Energía Eléctrica:			Individual:
	Telefonía:			
	Disposición de aguas servidas:			
	Disposición de residuos solidos			
	Tipo de Infraestructura Comunitaria.			
INDUSTRIA		IMPACTOS AMBIENTALES		
Numero:	Suelo			
Tipo:	Agua			
Georreferenciar:	Aire			
Código fotografías:	Biótico	Flora:		
		Fauna:		
CONCLUSIONES DEL EQUIPO TÉCNICO:				
Ing. Nelly Altamirano-TECNICA GAD PROVINCIAL TUNGURAHUA				
Blgo. Roberto Kaslin -TECNICO GIZ				
Geog. Juan Carlos Mena				
Javier Tingo. TESISTA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO	
Código de muestra:	
Nombre:	
Fecha muestreo	
Procedencia:	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO	
Código de muestra:	
Nombre:	
Fecha muestreo	
Procedencia:	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO	
Código de muestra:	
Nombre:	
Fecha muestreo	
Procedencia:	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO	
Código de muestra:	
Nombre:	
Fecha muestreo	
Procedencia:	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO	
Código de muestra:	
Nombre:	
Fecha muestreo	
Procedencia:	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO	
Código de muestra:	
Nombre:	
Fecha muestreo	
Procedencia:	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO	
Código de muestra:	
Nombre:	
Fecha muestreo	
Procedencia:	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO	
Código de muestra:	
Nombre:	
Fecha muestreo	
Procedencia:	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO	
Código de muestra:	
Nombre:	
Fecha muestreo	
Procedencia:	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO	
Código de muestra:	
Nombre:	
Fecha muestreo	
Procedencia:	

8.2.1 Ficha del Plan de Manejo Ambiental

PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS						
OBJETIVOS:						PPYMI- 01
LUGAR DE APLICACIÓN:						
RESPONSABLE:						
PROGRAMA DE PRESERVACIÓN DEL RECURSO AGUA						
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	PRESUPUESTO ESTIMADO	PLAZO (Años)

8.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO

8.3.1 Registró fotográfico: Trabajo de campo



Malas prácticas agrícolas-siembra a favor de la pendiente. Comunidad Canallarumi



Máquinas de arado. Sector Escaleras.



Vista panorámica, zonas intervenidas-mosaico agropecuario. Sector Calhuasi



Producción de leche. Sector San Gabriel



Zonas de páramo intervenidas- sector Llangahua



Actividades ganaderas sobre la línea de páramos



Quema de pajonales, zonas de páramo



Páramos conservados. Sector represa Mula Corral



Páramos conservados zona alta de l unidad hidrografica



Vegetación de la zona



Reserva faunística de Chimborazo-zona donde nace el río Ambato



Trabajo de campo Técnicos GAD provincial de Tungurahua



Trabajo de campo Técnicos GAD provincial de Tungurahua

8.3.2 Registro fotográfico: Muestreo



Muestreo macrobentos. Sector río Calamaca



Muestreo macrobentos. Selección de muestras



Muestreo macrobentos. Sector canal de Huachi Pelileo



Biota de la zona de estudio



Muestreo caudal zona de estudio



Utilización del equipo portátil TDS para el muestreo de caudal



Toma de muestras para análisis microbiológicos



Muestreo de parámetros fisicoquímicos



Equipo multiparamétrico parámetros fisicoquímicos in situ

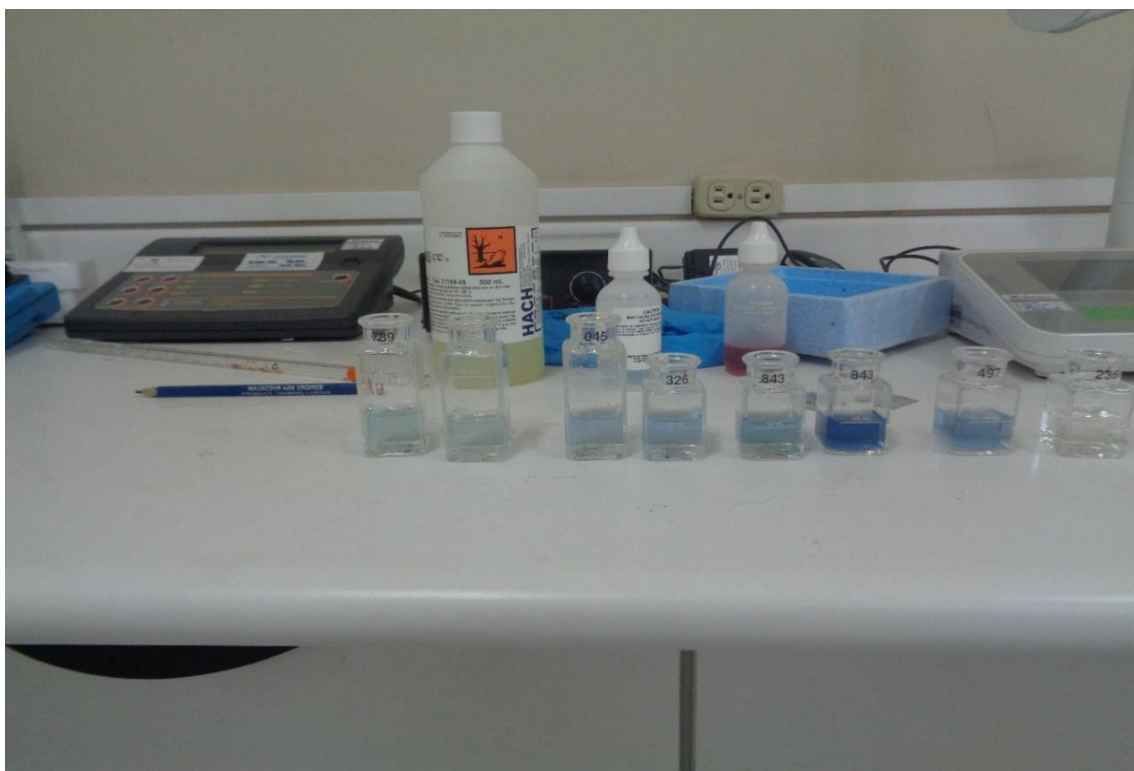


Acceso zona de estudio

8.3.3 Registro fotográfico: Trabajo de Laboratorio



Muestras de agua parámetros fisicoquímicos y microbiológicos



Análisis fisicoquímicos en el laboratorio



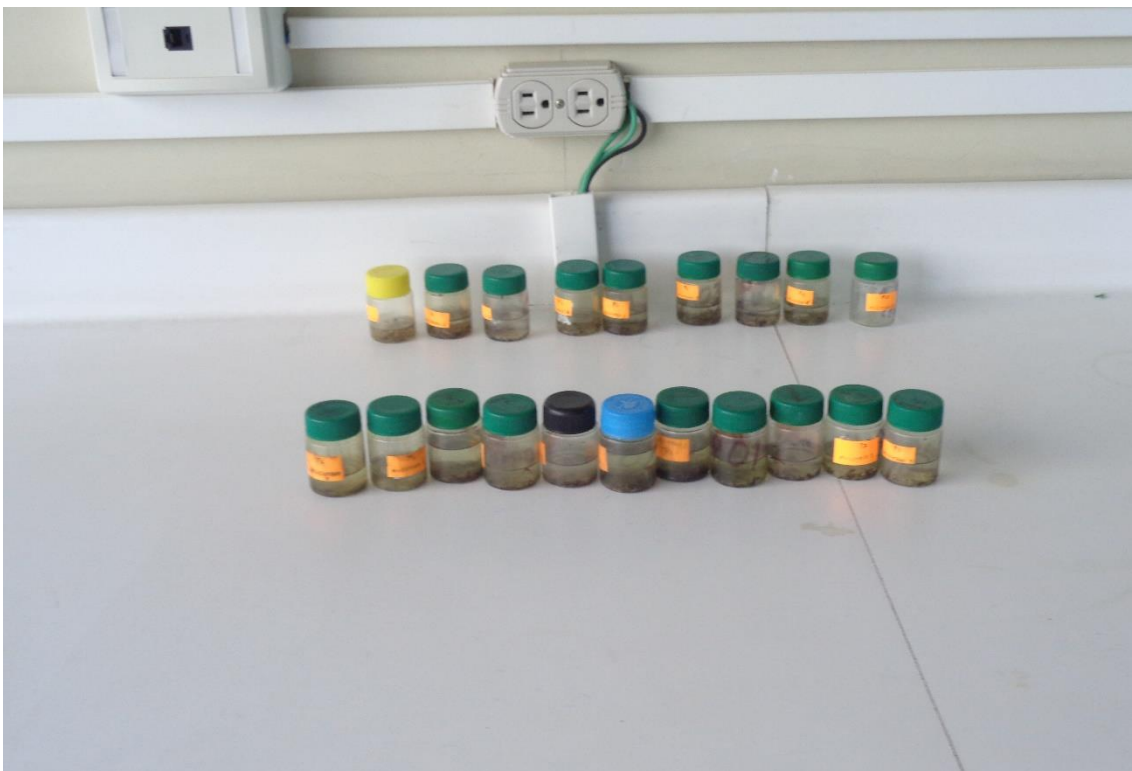
Trabajo en el laboratorio



Análisis de macrobentos en el laboratorio





Herramientas utilizadas para la selección y calificación de macrobentos

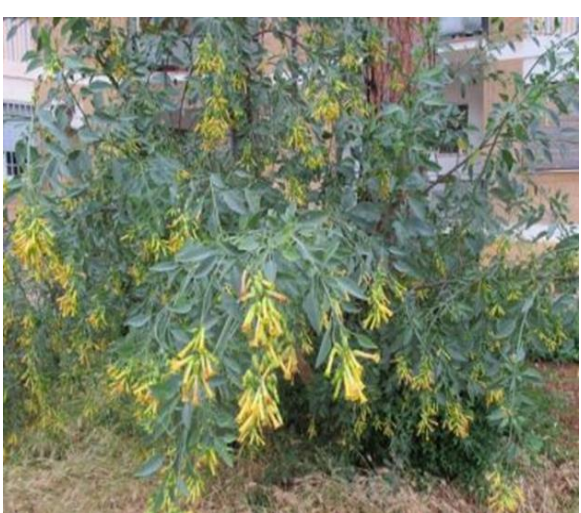



Muestras seleccionadas de macrobentos


8.3.4 Registro fotográfico: flora y fauna de la zona


Familia:	Solanaceae Poacea	
Nombre científico:	Cortadeira sp	
Nombre común:	Sigse	


Familia:	Captaceae	
Nombre científico:	Trichocereus pachanoi	
Nombre común:	Captus San Pedro.	


Familia:	Solanaceae	
Nombre científico:	Nicotiana Glauca	
Nombre común:	Palán, tabaco silvestre	


Familia:	Asteraceae	
Nombre científico:	Baccharis polyanth	
Nombre común:	Chilca	


Familia:	Asteraceae	
Nombre científico:	Ambrosia persiana	
Nombre común:	Altamisa	


Familia:	Asteraceae	
Nombre científico:	Bidens ferulifolia	
Nombre común:	Verbena amarilla	


Familia:	Compuestas	
Nombre científico:	Taraxacum officinale	
Nombre común:	Diente de león	


Familia:	Labiadas	
Nombre científico:	Medicago sativa	
Nombre común:	Alfalfa	


Familia:	Rosáceas	
Nombre científico:	Prunus serótina subsp. capulí	
Nombre común:	Capulí	

Familia:	Myrtaceae	
Nombre científico:	Eucaliptus sp.	
Nombre común:	Eucalipto	


Familia:	Cupressacea	
Nombre científico:	Cupressus serpenvirens	
Nombre común:	Ciprés	


Familia:	Amaranthaceae	
Nombre científico:	hybridus	
Nombre común:	Amaranto	


Familia:	Gramineas o póaceas	
Nombre científico:	Phalaris Canariensis	
Nombre común:	Alpiste	


Familia:	Apiaceae	
Nombre científico:	Azorella	
Nombre común:	Asarina	


Familia:	Araliaceae	
Nombre científico:	Hydrocotyle	
Nombre común:	Paraguita	


Familia:	Apiaceae	
Nombre científico:	Hydrocotyle humboldtii	
Nombre común:	Paraguit	


Familia:	Boraginaceae	
Nombre científico:	Borago officinalis	
Nombre común:	Borraja	

Familia:	Equisetaceae	
Nombre científico:	Equisetum Bogotense	
Nombre común:	Cola de Cabello	
Familia:	Poaceae	

Nombre científico:	Calamagrostis effusa	
Nombre común:	Paja	


Familia:	Bromeliaceae	
Nombre científico:	Tillandsia sp.	
Nombre común:	Musgo blanco	

Familia:	<u>Rosaceae</u>	
Nombre científico:	Polylepis incana	
Nombre común:	Arbol de papel o yagual	


Familia:	Apiaceae	
Nombre científico:	Azorella cf. Pedunculata (Spreng) M&C	
Nombre común:	Almohadilla	

Familia:	Budlejaceae	
Nombre científico:	Buddleja incana	
Nombre común:	Quishuar	


- Mamíferos

Familia:	Muridae	
Nombre científico:	<i>Rattus norvegicus</i>	
Nombre común:	Rata silvestre	


Familia:	Canidae	
Nombre científico:	<i>Dusicyon culpaeus</i>	
Nombre común:	Lobo	


Familia:	Cervidae	
Nombre científico:	<i>Odocoileus virginianus</i>	
Nombre común:	Venado	


Familia:	Marmosa	
Nombre científico:	Robinsoni	
Nombre común:	Raposa	


Familia:		
Nombre científico:	Mustela frenata	
Nombre común:	Chucuri	


- Aves


Familia:	Falconidae	
Nombre científico:	Phalacrocorax carunculatus	
Nombre común:	Curiquingue	

Familia:	Trombiculidae	
Nombre científico:	Zenaida auriculata	
Nombre común:	Tortola	


Familia:	Cardinalidae	
Nombre científico:	Pheucticus chrysopleus	
Nombre común:	Huirac-churo	


Familia:	Accipitridae	
Nombre científico:	Buteo magnirostris	
Nombre común:	Gavilán	


Familia:	Trochilidae	
Nombre científico:	<i>Lesbia victorae</i>	
Nombre común:	Picaflor	


Familia:	Emberizidae	
Nombre científico:	<i>Zonotrichia capensis</i>	
Nombre común:	Copeton, Gorrion	


- **Anfibios, reptiles y peces**

Familia:	Hemiphractidae	
Especie:	<i>Gastrotheca riobambae</i>	
Nombre común:	Rana marsupial de páramo	

Familia:	Rinidae	
Especie:	Pelophylax perezii	
Nombre común:	Rana común	

Familia:	Bufoidae	
Especie:	Bufo marinus	
Nombre común:	Sapo común	

Familia:	Lacertidos	
Especie:	Podarcis Muralis	
Nombre común:	Lagartija común	

Familia:	salmónidos	
Especie	<i>Oncorhynchus</i>	
Nombre común:	Trucha	

8.3.5 Análisis de calidad de agua fisicoquímicos y microbiológicos-ICA de Montoya

PUNTO 1-ANTES DE LA CONFLUENCIA DE LOS RÍOS AMBATO Y CALAMACA						
PARÁMETRO	VALOR	ECUACIÓN	ÍNDICE	W	I	I*W
	PARÁMETRO		I	(PONDERACIÓN)	CORREGIDO	
Oxígeno Disuelto-OD	7.45	$(100)(OD)/14.492-0.384T+0.064T^2$	56.21	5	5.62	28.11
Demanda Química de Oxígeno-DQO	10.00	$120(DQO)^{0.673}$	565.17	5	56.52	282.59
Coliformes Totales-CT	6242.86	$97.5(5*(CT))^{0.27}$	5160.93	0.5	516.09	258.05
Coliformes Fecales-CF	964.29	$97.5(5*(CF))^{0.27}$	3116.81	0.5	311.68	155.84
Conductividad	334.76	$97.9(9(COND))^{0.27}$	4233.55	1	423.36	423.36
Cloruros	17.96	$(CLO)^{0.223}$	1.90	0.5	0.19	0.10
Dureza Total	178.86	$97.6(6(Dureza Total))^{0.27}$	2375.62	1	237.56	237.56
Alcalinidad	178.29	$97.2(2(Alcalinidad))^{0.27}$	787.95	0.5	78.79	39.40
Ph	7.77	$97.6(6(Ph))^{0.27}$	1018.70	1	101.87	101.87
Sólidos suspendidos-SS	6.71	$97.2(2(SS))^{0.27}$	325.08	1	32.51	32.51
Sólidos disueltos-SD	200.46	$97.5(5(SD))^{0.27}$	2039.48	0.5	203.95	101.97
Nitratos	18.62	$97.7(7*(Nitratos))^{0.27}$	1506.25	2	150.62	301.25
Color Pt-Co	76.50	$97.4(4*(Color Pt-Co))^{0.27}$	1256.63	1	125.66	125.66
Turbiedad	6.58	$97.3(3*(Turbiedad))^{0.27}$	485.49	0.5	48.55	24.27
Gracias y Aceites	2.00	$37.25(AyG)^{-0.460}$	27.08	3	2.71	8.12
Fosfatos	1.18	$34.215(FOS)^{-0.343}$	32.31	3	3.23	9.69
Nitrógeno amoniacal	0.39	$45.8(NA)^{0.343}$	33.28	3	3.33	9.99
Detergentes	0.004	$100-16.68(DT)+0.161(DT)^2$	99.93	3	9.99	29.98
SUMA				32		2170.31
ÍNDICE DE CALIDAD ICA MONTOYA				POCO CONTAMINADO		68

PUNTO2- DESPUÉS DE LA CONFLUENCIA DE LOS RÍOS AMBATO Y CALAMACA							
PARÁMETRO	VALOR PARÁMETRO	ECUACIÓN	ÍNDICE	W	I	I*W	
			I	(PONDERACIÓN)	CORREGIDO		
Oxígeno Disuelto-OD	7.51	$(100)(OD)/14.492-0.384T+0.064T^2$	56.60	5	5.66	28.30	
Demanda Química de Oxígeno-DQO	10.00	$120(DQO)^{(0.673)}$	565.17	5	56.52	282.59	
Coliformes Totales-CT	10192.86	$97.5(5*(CT)^{0.27}$	5891.35	0.5	589.13	294.57	
Coliformes Fecales-CF	207.14	$97.5(5*(CF)^{0.27}$	2057.63	0.5	205.76	102.88	
Conductividad	227.49	$97.9(9(COND)^{0.27}$	3814.19	1	381.42	381.42	
Cloruros	9.70	$(CLO)^{(0.223)}$	1.66	0.5	0.17	0.08	
Dureza Total	145.14	$97.6(6(Dureza\ Total)^{0.27}$	2245.36	1	224.54	224.54	
Alcalinidad	148.00	$97.2(2(Alcalinidad)^{0.27}$	749.32	0.5	74.93	37.47	
Ph	7.81	$97.6(6(Ph)^{0.27}$	1019.89	1	101.99	101.99	
Sólidos suspendidos-SS	5.36	$97.2(2(SS)^{0.27}$	305.85	1	30.58	30.58	
Sólidos disueltos-SD	154.74	$97.5(5(SD)^{0.27}$	1901.80	0.5	190.18	95.09	
Nitratos	22.21	$97.7(7*(Nitratos)^{0.27}$	1579.59	2	157.96	315.92	
Color Pt-Co	73.86	$97.4(4*(Color\ Pt-Co)^{0.27}$	1244.76	1	124.48	124.48	
Turbiedad	4.73	$97.3(3*(Turbiedad)^{0.27}$	443.97	0.5	44.40	22.20	
Gracias y Aceites	2.00	$37.25(AyG)^{-0.460}$	27.08	3	2.71	8.12	
Fosfatos	0.91	$34.215(FOS)^{-0.343}$	35.39	3	3.54	10.62	
Nitrógeno amoniacal	0.40	$45.8(NA)^{0.343}$	33.41	3	3.34	10.02	
Detergentes	0.003	$100-16.68(DT)+0.161(DT)^2$	99.95	3	9.99	29.98	
			SUMA	32		2100.85	
					ÍNDICE DE CALIDAD ICA MONTOYA	POCO CONTAMINADO	66

PUNTO 3-ANTES DE LA CONFLUENCIA DE LAS QUEBRADAS. CUBILLÍ Y PATAHUAYCU							
PARÁMETRO	VALOR PARÁMETRO	ECUACIÓN	ÍNDICE	W	I	I*W	
			I	(PONDERACIÓN)	CORREGIDO		
Oxígeno Disuelto-OD	7.34	$(100)(OD)/14.492-0.384T+0.064T^2$	57.13	5	5.71	28.56	
Demanda Química de Oxígeno-DQO	10.00	$120(DQO)^{(0.673)}$	565.17	5	56.52	282.59	
Coliformes Totales-CT	5085.71	$97.5(5*(CT)^{0.27}$	4883.03	0.5	488.30	244.15	
Coliformes Fecales-CF	714.29	$97.5(5*(CF)^{0.27}$	2874.22	0.5	287.42	143.71	
Conductividad	263.34	$97.9(9(COND)^{0.27}$	3967.92	1	396.79	396.79	
Cloruros	15.76	$(CLO)^{(0.223)}$	1.85	0.5	0.18	0.09	
Dureza Total	162.29	$97.6(6(Dureza\ Total)^{0.27}$	2314.07	1	231.41	231.41	
Alcalinidad	163.14	$97.2(2(Alcalinidad)^{0.27}$	769.29	0.5	76.93	38.46	
Ph	7.75	$97.6(6(Ph)^{0.27}$	1017.77	1	101.78	101.78	
Sólidos suspendidos-SS	3.57	$97.2(2(SS)^{0.27}$	274.13	1	27.41	27.41	
Sólidos disueltos-SD	159.61	$97.5(5(SD)^{0.27}$	1917.78	0.5	191.78	95.89	
Nitratos	22.34	$97.7(7*(Nitratos)^{0.27}$	1582.20	2	158.22	316.44	
Color Pt-Co	60.79	$97.4(4*(Color\ Pt-Co)^{0.27}$	1180.99	1	118.10	118.10	
Turbiedad	3.35	$97.3(3*(Turbiedad)^{0.27}$	404.55	0.5	40.45	20.23	
Gracias y Aceites	0.01	$37.25(AyG)^{-0.460}$	309.83	3	30.98	92.95	
Fosfatos	0.99	$34.215(FOS)^{-0.343}$	34.38	3	3.44	10.31	
Nitrógeno amoniacal	0.41	$45.8(NA)^{0.343}$	33.83	3	3.38	10.15	
Detergentes	0.00	$100-16.68(DT)+0.161(DT)^2$	99.93	3	9.99	29.98	
			SUMA	32		2189.00	
					ÍNDICE DE CALIDAD ICA MONTOYA	POCO CONTAMINADO	68

PUNTO 4-DESPUÉS DE LA CONFLUENCIA DE LAS QUEBRADAS. CUBILLI Y PATAHUAYCU						
PARÁMETRO	VALOR PARÁMETRO	ECUACIÓN	ÍNDICE	W	I	I*W
			I	(PONDERACIÓN)	CORREGIDO	
Oxígeno Disuelto-OD	7.52	$(100)(OD)/14.492-0.384T+0.064T^2$	58.39	5	5.84	29.19
Demanda Química de Oxígeno-DQO	10.00	$120(DQO)^{(0.673)}$	565.17	5	56.52	282.59
Coliformes Totales-CT	7785.71	$97.5(5*(CT))^{0.27}$	5478.04	0.5	547.80	273.90
Coliformes Fecales-CF	307.14	$97.5(5*(CF))^{0.27}$	2288.53	0.5	228.85	114.43
Conductividad	237.23	$97.9(9(COND))^{0.27}$	3857.63	1	385.76	385.76
Cloruros	17.65	$(CLO)^{(0.223)}$	1.90	0.5	0.19	0.09
Dureza Total	157.71	$97.6(6(Dureza Total))^{0.27}$	2296.29	1	229.63	229.63
Alcalinidad	157.43	$97.2(2(Alcalinidad))^{0.27}$	761.92	0.5	76.19	38.10
Ph	7.70	$97.6(6(Ph))^{0.27}$	1015.96	1	101.60	101.60
Sólidos suspendidos-SS	4.07	$97.2(2(SS))^{0.27}$	284.01	1	28.40	28.40
Sólidos disueltos-SD	145.53	$97.5(5(SD))^{0.27}$	1870.56	0.5	187.06	93.53
Nitratos	17.09	$97.7(7*(Nitratos))^{0.27}$	1471.81	2	147.18	294.36
Color Pt-Co	70.14	$97.4(4*(Color Pt-Co))^{0.27}$	1227.54	1	122.75	122.75
Turbiedad	3.82	$97.3(3*(Turbiedad))^{0.27}$	419.17	0.5	41.92	20.96
Gracias y Aceites	18.00	$37.25(AyG)^{-0.460}$	9.86	3	0.99	2.96
Fosfatos	1.01	$34.215(FOS)^{-0.343}$	34.13	3	3.41	10.24
Nitrógeno amoniacal	0.39	$45.8(NA)^{0.343}$	33.10	3	3.31	9.93
Detergentes	0.01	$100-16.68(DT)+0.161(DT)^2$	99.85	3	9.98	29.95
SUMA				32		2068.37
ÍNDICE DE CALIDAD ICA MONTOYA					POCO CONTAMINADO	65

PUNTO 5-CANAL HUACHI PELILEO (DESPUÉS)						
PARÁMETRO	VALOR	ECUACIÓN	ÍNDICE	W (PONDERACIÓN)	I CORREGIDO	I*W
	PARÁMETRO		I			
Oxígeno Disuelto-OD	7.45	$(100)(OD)/14.492-0.384T+0.064T^2$	58.76	5	5.88	29.38
Demanda Química de Oxígeno-DQO	10.00	$120(DQO)^{0.673}$	565.17	5	56.52	282.59
Coliformes Totales-CT	7657.14	$97.5(5*(CT))^{0.27}$	5453.47	0.5	545.35	272.67
Coliformes Fecales-CF	192.86	$97.5(5*(CF))^{0.27}$	2018.31	0.5	201.83	100.92
Conductividad	234.16	$97.9(9(COND))^{0.27}$	3844.08	1	384.41	384.41
Cloruros	18.69	$(CLO)^{0.223}$	1.92	0.5	0.19	0.10
Dureza Total	145.14	$97.6(6(Dureza\ Total))^{0.27}$	2245.36	1	224.54	224.54
Alcalinidad	159.43	$97.2(2(Alcalinidad))^{0.27}$	764.52	0.5	76.45	38.23
Ph	7.61	$97.6(6(Ph))^{0.27}$	1012.74	1	101.27	101.27
Sólidos suspendidos-SS	5.21	$97.2(2(SS))^{0.27}$	303.63	1	30.36	30.36
Sólidos disueltos-SD	143.51	$97.5(5(SD))^{0.27}$	1863.50	0.5	186.35	93.18
Nitratos	18.61	$97.7(7*(Nitratos))^{0.27}$	1505.93	2	150.59	301.19
Color Pt-Co	79.07	$97.4(4*(Color\ Pt-Co))^{0.27}$	1267.90	1	126.79	126.79
Turbiedad	4.31	$97.3(3*(Turbiedad))^{0.27}$	433.00	0.5	43.30	21.65
Gracias y Aceites	12.00	$37.25(AyG)^{-0.460}$	11.88	3	1.19	3.56
Fosfatos	1.01	$34.215(FOS)^{-0.343}$	34.09	3	3.41	10.23
Nitrógeno amoniacal	0.38	$45.8(NA)^{0.343}$	32.72	3	3.27	9.81
Detergentes	0.01	$100-16.68(DT)+0.161(DT)^2$	99.87	3	9.99	29.96
SUMA				32		2060.82
ÍNDICE DE CALIDAD ICA MONTOYA					POCO CONTAMINADO	64

PUNTO 6-ANTES DE LA CONFLUENCIA DE LA QUEBRADA CHIQUICAHUA CON EL RÍO AMBATO						
PARÁMETRO	VALOR	ECUACIÓN	ÍNDICE	W	I	I*W
	PARÁMETRO		I	(PONDERACIÓN)	CORREGIDO	
Oxígeno Disuelto-OD	7.49	$(100)(OD)/14.492-0.384T+0.064T^2$	61.62	5	6.16	30.81
Demanda Química de Oxígeno-DQO	10.00	$120(DQO)^{(0.673)}$	565.17	5	56.52	282.59
Coliformes Totales-CT	5178.57	$97.5(5*(CT))^{0.27}$	4906.95	0.5	490.69	245.35
Coliformes Fecales-CF	314.29	$97.5(5*(CF))^{0.27}$	2302.78	0.5	230.28	115.14
Conductividad	247.84	$97.9(9(COND))^{0.27}$	3903.46	1	390.35	390.35
Cloruros	15.43	$(CLO)^{(0.223)}$	1.84	0.5	0.18	0.09
Dureza Total	144.57	$97.6(6(Dureza Total))^{0.27}$	2242.97	1	224.30	224.30
Alcalinidad	163.71	$97.2(2(Alcalinidad))^{0.27}$	770.02	0.5	77.00	38.50
Ph	7.55	$97.6(6(Ph))^{0.27}$	1010.63	1	101.06	101.06
Sólidos suspendidos-SS	11.64	$97.2(2(SS))^{0.27}$	377.17	1	37.72	37.72
Sólidos disueltos-SD	155.17	$97.5(5(SD))^{0.27}$	1903.24	0.5	190.32	95.16
Nitratos	22.65	$97.7(7*(Nitratos))^{0.27}$	1588.04	2	158.80	317.61
Color Pt-Co	81.79	$97.4(4*(Color Pt-Co))^{0.27}$	1279.50	1	127.95	127.95
Turbiedad	5.42	$97.3(3*(Turbiedad))^{0.27}$	460.70	0.5	46.07	23.03
Gracias y Aceites	10.00	$37.25(AyG)^{-0.460}$	12.92	3	1.29	3.87
Fosfatos	0.92	$34.215(FOS)^{-0.343}$	35.16	3	3.52	10.55
Nitrógeno amoniacal	0.41	$45.8(NA)^{0.343}$	33.69	3	3.37	10.11
Detergentes	0.01	$100-16.68(DT)+0.161(DT)^2$	99.92	3	9.99	29.97
SUMA				32		2084.16
ÍNDICE DE CALIDAD ICA MONTOYA					POCO CONTAMINADO	65

PUNTO 7-DESPUÉS DE LA CONFLUENCIA DE LA QUEBRADA CHIQUICAHUA CON EL RÍO AMBATO						
PARÁMETRO	VALOR	ECUACIÓN	ÍNDICE	W	I	I*W
	PARÁMETRO		I	(PONDERACIÓN)	CORREGIDO	
Oxígeno Disuelto-OD	7.43	$(100)(OD)/14.492-0.384T+0.064T^2$	59.94	5	5.99	29.97
Demanda Química de Oxígeno-DQO	10	$120(DQO)^{(0.673)}$	565.17	5	56.52	282.59
Coliformes Totales-CT	7500	$97.5(5*(CT)^{0.27})$	5423.02	0.5	542.3	271.15
Coliformes Fecales-CF	350	$97.5(5*(CF)^{0.27})$	2370.68	0.5	237.07	118.53
Conductividad	237.79	$97.9(9(COND)^{0.27})$	3860.1	1	386.01	386.01
Cloruros	12.02	$(CLO)^{(0.223)}$	1.74	0.5	0.17	0.09
Dureza Total	155.43	$97.6(6(Dureza\ Total)^{0.27})$	2287.25	1	228.73	228.73
Alcalinidad	154.86	$97.2(2(Alcalinidad)^{0.27})$	758.54	0.5	75.85	37.93
Ph	7.48	$97.6(6(Ph)^{0.27})$	1008.19	1	100.82	100.82
Sólidos suspendidos-SS	5.86	$97.2(2(SS)^{0.27})$	313.31	1	31.33	31.33
Sólidos disueltos-SD	154.86	$97.5(5(SD)^{0.27})$	1902.2	0.5	190.22	95.11
Nitratos	23.06	$97.7(7*(Nitratos)^{0.27})$	1595.7	2	159.57	319.14
Color Pt-Co	69.43	$97.4(4*(Color\ Pt-Co)^{0.27})$	1224.15	1	122.41	122.41
Turbiedad	4.56	$97.3(3*(Turbiedad)^{0.27})$	439.75	0.5	43.98	21.99
Gracias y Aceites	14	$37.25(AyG)^{-0.460}$	11.06	3	1.11	3.32
Fosfatos	0.78	$34.215(FOS)^{-0.343}$	37.28	3	3.73	11.18
Nitrógeno amoniacal	0.5	$45.8(NA)^{0.343}$	36.04	3	3.6	10.81
Detergentes	0.01	$100-16.68(DT)+0.161(DT)^2$	99.92	3	9.99	29.97
			SUMA	32		2101.08
ÍNDICE DE CALIDAD ICA MONTOYA					POCO CONTAMINADO	66

PUNTO 8-DESPUÉS DE LA CANTERA EL SALVADOR							
PARÁMETRO	VALOR	ECUACIÓN	ÍNDICE	W	I	I*W	
	PARÁMETRO		I	(PONDERACIÓN)	CORREGIDO		
Oxígeno Disuelto-OD	7.38	$(100)(OD)/14.492-0.384T+0.064T^2$	60.89	5	6.09	30.44	
Demanda Química de Oxígeno-DQO	10	$120(DQO)^{(0.673)}$	565.17	5	56.52	282.59	
Coliformes Totales-CT	10292.86	$97.5(5*(CT))^{0.27}$	5906.9	0.5	590.69	295.34	
Coliformes Fecales-CF	1228.57	$97.5(5*(CF))^{0.27}$	3327.46	0.5	332.75	166.37	
Conductividad	267.67	$97.9(9(COND))^{0.27}$	3985.45	1	398.55	398.55	
Cloruros	17.58	$(CLO)^{(0.223)}$	1.9	0.5	0.19	0.09	
Dureza Total	150.86	$97.6(6(Dureza Total))^{0.27}$	2268.89	1	226.89	226.89	
Alcalinidad	175.43	$97.2(2(Alcalinidad))^{0.27}$	784.52	0.5	78.45	39.23	
Ph	7.36	$97.6(6(Ph))^{0.27}$	1003.75	1	100.37	100.37	
Sólidos suspendidos-SS	11.93	$97.2(2(SS))^{0.27}$	379.64	1	37.96	37.96	
Sólidos disueltos-SD	167.15	$97.5(5(SD))^{0.27}$	1941.84	0.5	194.18	97.09	
Nitratos	17.05	$97.7(7*(Nitratos))^{0.27}$	1470.82	2	147.08	294.16	
Color Pt-Co	89.36	$97.4(4*(Color Pt-Co))^{0.27}$	1310.46	1	131.05	131.05	
Turbiedad	7.56	$97.3(3*(Turbiedad))^{0.27}$	504.03	0.5	50.4	25.2	
Gracias y Aceites	8	$37.25(AyG)^{-0.460}$	14.31	3	1.43	4.29	
Fosfatos	0.89	$34.215(FOS)^{-0.343}$	35.6	3	3.56	10.68	
Nitrógeno amoniacal	0.4	$45.8(NA)^{0.343}$	33.3	3	3.33	9.99	
Detergentes	0.01	$100-16.68(DT)+0.161(DT)^2$	99.9	3	9.99	29.97	
			SUMA	32		2180.28	
					ÍNDICE DE CALIDAD ICA MONTOYA	POCO CONTAMINADO	68

PUNTO 9- RÍO ALAJUA						
PARÁMETRO	VALOR	ECUACIÓN	ÍNDICE	W	I	I*W
	PARÁMETRO		I	(PONDERACIÓN)	CORREGIDO	
Oxígeno Disuelto-OD	7.53	$(100)(OD)/14.492-0.384T+0.064T^2$	61.89	5	6.19	30.95
Demanda Química de Oxígeno-DQO	10	$120(DQO)^{(0.673)}$	565.17	5	56.52	282.59
Coliformes Totales-CT	5450	$97.5(5*(CT)^{0.27})$	4975.1	1	497.51	497.51
Coliformes Fecales-CF	200	$97.5(5*(CF)^{0.27})$	2038.23	1	203.82	203.82
Conductividad	246.79	$97.9(9(COND)^{0.27})$	3898.99	1	389.9	389.9
Cloruros	24.04	$(CLO)^{(0.223)}$	2.03	0.5	0.2	0.1
Dureza Total	155.43	$97.6(6(Dureza\ Total)^{0.27})$	2287.25	1	228.73	228.73
Alcalinidad	149.71	$97.2(2(Alcalinidad)^{0.27})$	751.65	0.5	75.17	37.58
Ph	7.32	$97.6(6(Ph)^{0.27})$	1002.51	1	100.25	100.25
Sólidos suspendidos-SS	5.71	$97.2(2(SS)^{0.27})$	311.23	1	31.12	31.12
Sólidos disueltos-SD	151	$97.5(5(SD)^{0.27})$	1889.29	0.5	188.93	94.46
Nitratos	20.37	$97.7(7*(Nitratos)^{0.27})$	1543.22	2	154.32	308.64
Color Pt-Co	75.29	$97.4(4*(Color\ Pt-Co)^{0.27})$	1251.21	1	125.12	125.12
Turbiedad	5.33	$97.3(3*(Turbiedad)^{0.27})$	458.55	0.5	45.86	22.93
Gracias y Aceites	12	$37.25(AyG)^{-0.460}$	11.88	3	1.19	3.56
Fosfatos	1.12	$34.215(FOS)^{-0.343}$	32.88	3	3.29	9.86
Nitrógeno amoniacal	0.5	$45.8(NA)^{0.343}$	36.02	3	3.6	10.81
Detergentes	0.007	$100-16.68(DT)+0.161(DT)^2$	99.88	3	9.99	29.96
SUMA				33		2407.9
ÍNDICE DE CALIDAD ICA MONTOYA					ACEPTABLE	73

PUNTO 10- RÍO AMBATO SECTOR EL PUENTE						
PARÁMETRO	VALOR	ECUACIÓN	ÍNDICE I	W	I CORR	I CORR*W
	PARÁMETRO			(PONDERACIÓN)		
Oxígeno Disuelto-OD	7.30	$(100)(OD)/14.492-0.384T+0.064T^2$	61.49	5	6.15	30.75
Demanda Química de Oxígeno-DQO	10.00	$120(DQO)^{0.673}$	565.17	5	56.52	282.59
Coliformes Totales-CT	5835.71	$97.5(5*(CT))^{0.27}$	5067.81	0.5	506.78	253.39
Coliformes Fecales-CF	1264.29	$97.5(5*(CF))^{0.27}$	3353.30	0.5	335.33	167.67
Conductividad	285.94	$97.9(9(COND))^{0.27}$	4057.12	1	405.71	405.71
Cloruros	17.55	$(CLO)^{0.223}$	1.89	0.5	0.19	0.09
Dureza Total	161.71	$97.6(6(Dureza\ Total))^{0.27}$	2311.87	1	231.19	231.19
Alcalinidad	173.43	$97.2(2(Alcalinidad))^{0.27}$	782.09	0.5	78.21	39.10
Ph	7.42	$97.6(6(Ph))^{0.27}$	1005.87	1	100.59	100.59
Sólidos suspendidos-SS	18.14	$97.2(2(SS))^{0.27}$	425.15	1	42.52	42.52
Sólidos disueltos-SD	176.69	$97.5(5(SD))^{0.27}$	1971.15	0.5	197.11	98.56
Nitratos	24.74	$97.7(7*(Nitratos))^{0.27}$	1626.39	2	162.64	325.28
Color Pt-Co	138.79	$97.4(4*(Color\ Pt-Co))^{0.27}$	1475.88	1	147.59	147.59
Turbiedad	13.57	$97.3(3*(Turbiedad))^{0.27}$	590.29	0.5	59.03	29.51
Gracias y Aceites	24.00	$37.25(AyG)^{-0.460}$	8.63	3	0.86	2.59
Fosfatos	0.99	$34.215(FOS)^{-0.343}$	34.31	3	3.43	10.29
Nitrógeno amoniacal	0.50	$45.8(NA)^{0.343}$	36.04	3	3.60	10.81
Detergentes	0.006	$100-16.68(DT)+0.161(DT)^2$	99.90	3	9.99	29.97
SUMA				32		2208.19
ÍNDICE DE CALIDAD ICA MONTOYA					POCO CONTAMINADO	69

8.3.6 Análisis de calidad de agua biológicos-ABI

Código	Punto de muestreo	Muestreo 1		Muestreo2	
		Familias	Puntaje ABI	Familias	Puntaje ABI
P1	ANTES DE LA CONFLUENCIA DE LOS RÍOS AMBATO Y CALAMACA	Baetidae	4	Baetidae	4
		Leptophlebiidae	10	Leptophlebiidae	10
		Leptohyphidae	7	Leptohyphidae	7
		Perlidae	10	Oligoneuriidae	10
		Grypoperygidae	10	Grypoperygidae	10
		Hydropsychidae	5	Hydropsychidae	5
		Leptoceridae	8	Leptoceridae	8
		Elmidae	5	Elmidae	5
		Blephariceridae	10	Blephariceridae	10
		Simulidae	5	Simulidae	5
		Hyalellidae	6	Planariidae	5
				Hyalellidae	6
		Suma	80	Suma	85
		ABI	83	Calidad del agua	Buena

Código	Punto de muestreo	Muestreo 1		Muestreo2	
		Familias	Puntaje ABI	Familias	Puntaje ABI
P2	DESPÚES DE LA CONFLUENCIA DE LOS RÍOS AMBATO Y CALAMACA	Baetidae	4	Baetidae	4
		Leptophlebiidae	10	Leptophlebiidae	10
		Leptohyphidae	7	Leptohyphidae	7
		Helicopsychidae	10	Oligoneuriidae	10
		Hydrobiosidae	8	Grypoperygidae	10
		Elmidae	5	Helicopsychidae	10
		Lampyridae	5	Limnephilidae	7
		Blephariceridae	10	Blephariceridae	10
		Planariidae	5	Hyalellidae	6
		Hyalellidae	6		
		Athericidae	10		
		Suma	80	Suma	74
		ABI	77	Calidad del agua	Buena

Código	Punto de muestreo	Muestreo 1		Muestreo2	
		Familias	Puntaje ABI	Familias	Puntaje ABI
P3	ANTES DE LA CONFLUENCIA DE LAS QUEBRADAS CUBILLÍ Y PATAHUAYCU	Baetidae	4	Baetidae	4
		Leptophlebiidae	10	Leptophlebiidae	10
		Leptohyphidae	7	Leptohyphidae	7
		Grypoperygidae	10	Grypoperygidae	10
		Leptoceridae	8	Elmidae	5
		Elmidae	5	Chironomidae	2
		Blephariceridae	10	Planariidae	5
		Ceratopogonidae	4	Hyaellidae	6
		Planariidae	5	Haplotaxida	1
		Hyaellidae	6		
		Suma	69	Suma	50
		ABI	60	Calidad del agua	Regular

Código	Punto de muestreo	Muestreo 1		Muestreo2	
		Familias	Puntaje ABI	Familias	Puntaje ABI
P4	DESPUÉS DE LA CONFLUENCIA DE LAS QUEBRADAS CUBILLI Y PATAHUAYCU	Baetidae	4	Baetidae	4
		Leptophlebiidae	10	Leptophlebiidae	10
		Leptohyphidae	7	Leptohyphidae	7
		Grypoperygidae	10	Grypoperygidae	10
		Hydrobiosidae	8	Limnephilidae	7
		Polycentropodidae	8	Elmidae	5
		Lampyridae	5	Lampyridae	5
		Dolichopodidae	4	Chironomidae	2
		Chironomidae	2	Simulidae	5
		Planariidae	5	Planariidae	5
		Hyaellidae	6	Hyaellidae	6
		Suma	69	Suma	66
		ABI	68	Calidad del agua	Regular

Código	Punto de muestreo	Muestreo 1		Muestreo2	
		Familias	Puntaje ABI	Familias	Puntaje ABI
P5	CANAL HUACHI PELILEO (DESPUÉS)	Baetidae	4	Baetidae	4
		Leptophlebiidae	10	Leptophlebiidae	10
		Perlidae	10	Leptohyphidae	7
		Hydrobiosidae	8	Limnephilidae	7
		Limnephilidae	7	Ceratopogonidae	4
		Elmidae	5	Chironomidae	2
		Ceratopogonidae	4	Elmidae	5
		Chironomidae	2	Planariidae	5
		Simulidae	5		
		Planariidae	5		
		Hyaellidae	6		
		Haplotaxida	1		
		Suma	67	Suma	44
		ABI	56	Calidad del agua	Regular

Código	Punto de muestreo	Muestreo 1		Muestreo2	
		Familias	Puntaje ABI	Familias	Puntaje ABI
P6	ANTES DE LA CONFLUENCIA DE LA QUEBRADA CHIQUICAHUA CON EL RÍO AMBATO	Baetidae	4	Baetidae	4
		Leptophlebiidae	10	Leptophlebiidae	10
		Leptohyphidae	7	Leptohyphidae	7
		Oligoneuriidae	10	Grypoperygidae	10
		Grypoperygidae	10	Elmidae	5
		Hydrobiosidae	8	Ceratopogonidae	4
		Elmidae	5	Chironomidae	2
		Dolichopodidae	4	Haplotaxida	1
		Ceratopogonidae	4	Simulidae	5
		Chironomidae	2		
		Simulidae	5		
		Haplotaxida	1		
		Suma	70	Suma	48
		ABI	59	Calidad del agua	Regular

Código	Punto de muestreo	Muestreo 1		Muestreo2	
		Familias	Puntaje ABI	Familias	Puntaje ABI
P7	DESPUÉS DE LA CONFLUENCIA DE LOS RÍOS AMBATO Y CALAMACA	Baetidae	4	Baetidae	4
		Leptophlebiidae	10	Leptophlebiidae	10
		Leptohyphidae	7	Leptohyphidae	7
		Grypoperygidae	10	Grypoperygidae	10
		Hydroptilidae	6	Leptoceridae	8
		Hydrobiosidae	8	Elmidae	5
		Elmidae	5	Chironomidae	2
		Ceratopogonidae	4	Simulidae	5
		Chironomidae	2	Hyaellidae	6
		Simulidae	5		
		Hyaellidae	6		
		Haplotaaxida	1		
		Suma	68	Suma	57
		ABI	63	Calidad del agua	Regular

Código	Punto de muestreo	Muestreo 1		Muestreo2	
		Familias	Puntaje ABI	Familias	Puntaje ABI
P8	DESPUÉS DE LA CANTERA EL SALVADOR	Baetidae	4	Baetidae	4
		Leptophlebiidae	10	Leptophlebiidae	10
		Leptohyphidae	7	Leptohyphidae	7
		Polycentropodidae	8	Ceratopogonidae	4
		Elmidae	5	Chironomidae	2
		Ceratopogonidae	4	Planariidae	5
		Chironomidae	2		
		Planariidae	5		
		Haplotaaxida	1		
		Suma	46	Suma	32
		ABI	39	Calidad del agua	Mala

Código	Punto de muestreo	Muestreo 1		Muestreo2	
		Familias	Puntaje ABI	Familias	Puntaje ABI
P9	RÍO ALAJUA	Baetidae	4	Baetidae	4
		Leptophlebiidae	10	Leptophlebiidae	10
		Leptohyphidae	7	Leptohyphidae	7
		Oligoneuriidae	10	Perlidae	10
		Grypoperygidae	10	Grypoperygidae	10
		Hydrobiosidae	8	Hydrobiosidae	8
		Leptoceridae	8	Elmidae	5
		Elmidae	5	Ceratopogonidae	4
		Blephariceridae	10	Gomphidae	8
		Simulidae	5	Empididae	4
		Suma	77	Suma	70
		ABI	74	Calidad del agua	Buena

Código	Punto de muestreo	Muestreo 1		Muestreo2	
		Familias	Puntaje ABI	Familias	Puntaje ABI
P10	RÍO AMBATO SECTOR EL PUENTE	Baetidae	4	Baetidae	4
		Leptophlebiidae	10	Leptophlebiidae	10
		Leptohyphidae	7	Leptohyphidae	7
		Elmidae	5	Elmidae	5
		Ceratopogonidae	4	Dolichopodidae	4
		Chironomidae	2	Ceratopogonidae	4
		Haplotaaxida	1	Chironomidae	2
				Haplotaaxida	1
				Planariidae	5
		Suma	33	Suma	42
		ABI	38	Calidad del agua	Mala

8.3.7 Análisis de calidad de agua biológicos-BMWP

Código	Punto de muestreo	Muestreo 1		Muestreo2	
		Familias	Puntaje BMWP	Familias	Puntaje BMWP
P1	ANTES DE LA CONFLUENCIA DE LOS RÍOS AMBATO Y CALAMACA	Baetidae	7	Baetidae	7
		Leptophlebiidae	9	Leptophlebiidae	9
		Leptohyphidae	7	Leptohyphidae	7
		Perlidae	10	Oligoneuriidae	10
		Grypoperygidae	10	Grypoperygidae	10
		Hydropsychidae	7	Hydropsychidae	7
		Leptoceridae	8	Leptoceridae	8
		Elmidae	6	Elmidae	6
		Blephariceridae	10	Blephariceridae	10
		Simulidae	8	Simulidae	8
		Hyalellidae	7	Planariidae	7
				Hyalellidae	6
		Suma	89	Suma	95
		BMWP	92	Calidad del agua	Aguas ligeramente contaminadas

Código	Punto de muestreo	Muestreo 1		Muestreo2	
		Familias	Puntaje BMWP	Familias	Puntaje BMWP
P2	DESPÚES DE LA CONFLUENCIA DE LOS RÍOS AMBATO Y CALAMACA	Baetidae	7	Baetidae	7
		Leptophlebiidae	9	Leptophlebiidae	9
		Leptohyphidae	7	Leptohyphidae	7
		Helicopsychidae	8	Oligoneuriidae	10
		Hydrobiosidae	9	Grypoperygidae	10
		Elmidae	6	Helicopsychidae	8
		Lampyridae	5	Limnephilidae	7
		Blephariceridae	10	Blephariceridae	10
		Planariidae	7	Hyalellidae	6
		Hyalellidae	6		
		Athericidae	10		
		Suma	84	Suma	74
		BMWP	79	Calidad del agua	Aguas ligeramente contaminadas

Código	Punto de muestreo	Muestreo 1		Muestreo2	
		Familias	Puntaje BMWP	Familias	Puntaje BMWP

P3	ANTES DE LA CONFLUENCIA DE LAS QUEBRADAS CUBILLÍ Y PATAHUAYCU	Baetidae	7	Baetidae	7
		Leptophlebiidae	9	Leptophlebiidae	9
		Leptohyphidae	7	Leptohyphidae	7
		Grypoperygidae	10	Grypoperygidae	10
		Leptoceridae	8	Elmidae	6
		Elmidae	6	Chironomidae	2
		Blephariceridae	10	Planariidae	7
		Ceratopogonidae	3	Hyaellidae	6
		Planariidae	7	Haplotaxida	1
		Hyaellidae	6		
		Suma	73	Suma	55
		BMWP	64	Calidad del agua	Aguas ligeramente contaminadas

Código	Punto de muestreo	Muestreo 1		Muestreo 2	
		Familias	Puntaje BMWP	Familias	Puntaje BMWP
P4	DESPUÉS DE LA CONFLUENCIA DE LAS QUEBRADAS CUBILLI Y PATAHUAYCU	Baetidae	7	Baetidae	7
		Leptophlebiidae	9	Leptophlebiidae	9
		Leptohyphidae	7	Leptohyphidae	7
		Grypoperygidae	10	Grypoperygidae	10
		Hydrobiosidae	9	Limnephilidae	7
		Polycentropodidae	8	Elmidae	6
		Lampyridae	5	Lampyridae	5
		Dolichopodidae	4	Chironomidae	2
		Chironomidae	2	Simulidae	8
		Planariidae	7	Planariidae	7
		Hyaellidae	6	Hyaellidae	6
		Suma	74	Suma	74
		BMWP	74	Calidad del agua	Aguas ligeramente contaminadas

Código	Punto de muestreo	Muestreo 1		Muestreo2	
		Familias	Puntaje BMWP	Familias	Puntaje BMWP
P5	CANAL HUACHI PELILEO (DESPUÉS)	Baetidae	7	Baetidae	7
		Leptophlebiidae	9	Leptophlebiidae	9
		Perlidae	10	Leptoxyphidae	7
		Hydrobiosidae	9	Limnephilidae	7
		Limnephilidae	7	Ceratopogonidae	3
		Elmidae	6	Chironomidae	2
		Ceratopogonidae	3	Elmidae	6
		Chironomidae	2	Planariidae	7
		Simuliidae	8		
		Planariidae	7		
		Hyalellidae	6		
		Haplotaenidae	1		
		Suma	75	Suma	48
		BMWP	62	Calidad del agua	Aguas ligeramente contaminadas

Código	Punto de muestreo	Muestreo 1		Muestreo2	
		Familias	Puntaje BMWP	Familias	Puntaje BMWP
P6	ANTES DE LA CONFLUENCIA DE LA QUEBRADA CHIQUICAHUA CON EL RÍO AMBATO	Baetidae	7	Baetidae	7
		Leptophlebiidae	9	Leptophlebiidae	9
		Leptoxyphidae	7	Leptoxyphidae	7
		Oligoneuriidae	10	Grypoperygidae	10
		Grypoperygidae	10	Elmidae	6
		Hydrobiosidae	9	Ceratopogonidae	3
		Elmidae	6	Chironomidae	2
		Dolichopodidae	4	Haplotaenidae	1
		Ceratopogonidae	3	Simuliidae	8
		Chironomidae	2		
		Simuliidae	8		
		Haplotaenidae	1		
		Suma	76	Suma	53
		BMWP	65	Calidad del agua	Aguas ligeramente contaminadas

Código	Punto de muestreo	Muestreo 1		Muestreo2	
		Familias	Puntaje BMWP	Familias	Puntaje BMWP
P7	DESPUÉS DE LA CONFLUENCIA DE LOS RÍOS AMBATO Y CALAMACA	Baetidae	7	Baetidae	7
		Leptophlebiidae	9	Leptophlebiidae	9
		Leptohyphidae	7	Leptohyphidae	7
		Grypoperygidae	10	Grypoperygidae	10
		Hydroptilidae	7	Leptoceridae	8
		Hydrobiosidae	9	Elmidae	6
		Elmidae	6	Chironomidae	2
		Ceratopogonidae	3	Simulidae	8
		Chironomidae	2	Hyaellidae	6
		Simulidae	8		
		Hyaellidae	6		
		Haplotaxida	1		
		Suma	75	Suma	63
		BMWP	69	Calidad del agua	Aguas ligeramente contaminadas

Código	Punto de muestreo	Muestreo 1		Muestreo2	
		Familias	Puntaje BMWP	Familias	Puntaje BMWP
P8	DESPUÉS DE LA CANTERA EL SALVADOR	Baetidae	7	Baetidae	7
		Leptophlebiidae	9	Leptophlebiidae	9
		Leptohyphidae	7	Leptohyphidae	7
		Polycentropodidae	8	Ceratopogonidae	3
		Elmidae	6	Chironomidae	2
		Ceratopogonidae	3	Planariidae	5
		Chironomidae	2		
		Planariidae	7		
		Haplotaxida	1		
		Suma	50	Suma	33
		BMWP	42	Calidad del agua	Aguas moderadamente contaminadas

Código	Punto de muestreo	Muestreo 1		Muestreo2	
		Familias	Puntaje BMWP	Familias	Puntaje BMWP
P9	RÍO ALAJUA	Baetidae	7	Baetidae	7
		Leptophlebiidae	9	Leptophlebiidae	9
		Leptohyphidae	7	Leptohyphidae	7
		Oligoneuriidae	10	Perlidae	10
		Grypoperygidae	10	Grypoperygidae	10
		Hydrobiosidae	9	Hydrobiosidae	9
		Leptoceridae	8	Elmidae	6
		Elmidae	6	Ceratopogonidae	3
		Blephariceridae	10	Gomphidae	8
		Simulidae	8	Empididae	4
		Suma	84	Suma	73
		BMWP	79	Calidad del agua	Aguas ligeramente contaminadas

Código	Punto de muestreo	Muestreo 1		Muestreo2	
		Familias	Puntaje BMWP	Familias	Puntaje BMWP
P10	RÍO AMBATO SECTOR EL PUENTE	Baetidae	7	Baetidae	7
		Leptophlebiidae	9	Leptophlebiidae	9
		Leptohyphidae	7	Leptohyphidae	7
		Elmidae	6	Elmidae	6
		Ceratopogonidae	3	Dolichopodidae	4
		Chironomidae	2	Ceratopogonidae	3
		Haplotaaxida	1	Chironomidae	2
				Haplotaaxida	1
				Planariidae	7
		Suma	35	Suma	46
		BMWP	41	Calidad del agua	Aguas moderadamente contaminadas

8.3.8 Análisis de calidad de agua biológicos-ETP

Código	Punto de muestreo	Orden	Muestreo1	Muestreo 2
P1	ANTES DE LA CONFLUENCIA DE LOS RÍOS AMBATO Y CALAMACA	Ephemeroptera	30	29
		Plecoptera	4	4
		Trichoptera	5	3
		Sub.total	39	36
		Coleoptera	3	1
		Diptera	5	3
		Amphipoda	1	3
		Triclarida		1
		Sub.total	9	8
		Total	48	44
		ETP	81	82
Índice ETP	82	Muy buena		

Código	Punto de muestreo	Orden	Muestreo1	Muestreo 2
P2	DESPUÉS DE LA CONFLUENCIA DE LOS RÍOS AMBATO Y CALAMACA	Ephemeroptera	26	23
		Plecoptera	0	6
		Trichoptera	5	3
		Sub.total	31	32
		Coleoptera	6	0
		Diptera	5	1
		Amphipoda	2	2
		Triclarida	1	0
		Sub.total	14	3
		Total	45	35
		ETP	69	91
Índice ETP	80	Muy buena		

Código	Punto de muestreo	Orden	Muestreo1	Muestreo 2
P3	ANTES DE LA CONFLUENCIA DE LAS QUEBRADAS. CUBILLI Y PATAHUAYCU	Ephemeroptera	26	23
		Plecoptera	0	6
		Trichoptera	5	3
		Sub.total	31	32
		Coleoptera	6	0
		Diptera	5	1
		Amphipoda	2	2
		Triclarida	1	0
		Sub.total	14	3
		Total	45	35
		ETP	69	91
Índice ETP	80	Muy buena		

Código	Punto de muestreo	Orden	Muestreo1	Muestreo 2
P4	DESPUÉS DE LA CONFLUENCIA DE LAS QUEBRADAS. CUBILLI Y PATAHUAYCU	Ephemeroptera	27	29
		Plecoptera	1	2
		Trichoptera	3	1
		Sub.total	31	32
		Coleoptera	1	7
		Diptera	3	6
		Amphipoda	3	2
		Triclarida	2	1
		Sub.total	9	16
		Total	40	48
		ETP	78	67
Índice ETP	72	Buena		

Código	Punto de muestreo	Orden	Muestreo1	Muestreo 2
P5	CANAL HUACHI PELILEO (DESPUES)	Ephemeroptera	21	25
		Plecoptera	1	0
		Trichoptera	4	1
		Sub.total	26	26
		Coleoptera	3	2
		Diptera	13	5
		Amphipoda	3	0
		Triclarida	1	2
		Haplotaxida	1	0
		Sub.total	21	9
		Total	47	35
ETP	55	74		
Indice ETP	65	Buena		

Código	Punto de muestreo	Orden	Muestreo1	Muestreo 2
P6	ANTES DE LA CONFLUENCIA DE LA Q CHIQUICAHUA CON EL RÍO AMBATO	Ephemeroptera	18	33
		Plecoptera	3	2
		Trichoptera	4	0
		Sub.total	25	35
		Coleoptera	4	2
		Diptera	15	7
		Haplotaxida	2	1
		Sub.total	21	10
		Total	46	45
		ETP	54	78
		Indice ETP	66	Buena

Código	Punto de muestreo	Orden	Muestreo1	Muestreo 2
P7	DESPUÉS DE LA CONFLUENCIA DE LA Q CHIQUICAHUA CON EL RÍO AMBATO	Ephemeroptera	21	26
		Plecoptera	2	1
		Trichoptera	3	1
		Sub.total	26	28
		Coleoptera	2	0
		Diptera	19	5
		Amphipoda	1	1
		Haplotaaxida	1	0
		Sub.total	23	6
		Total	49	34
		ETP	53	82
Índice ETP	68	Buena		

Código	Punto de muestreo	Orden	Muestreo1	Muestreo 2
P8	DESPUÉS DE LA CANTERA EL SALVADOR	Ephemeroptera	22	24
		Plecoptera	0	0
		Trichoptera	1	0
		Sub.total	23	24
		Coleoptera	3	0
		Diptera	3	16
		Tricladida	1	3
		Haplotaaxida	2	0
		Sub.total	9	19
		Total	32	43
		ETP	72	56
Índice ETP	64	Buena		

Código	Punto de muestreo	Orden	Muestreo1	Muestreo 2
P9	RÍO ALAJUA	Ephemeroptera	21	19
		Plecoptera	1	3
		Trichoptera	4	2
		Sub.total	26	24
		Coleoptera	6	5
		Diptera	5	8
		Odonata	0	1
		Sub.total	11	14
		Total	37	38
		ETP	70	63
Índice ETP	67	Buena		

Código	Punto de muestreo	Orden	Muestreo1	Muestreo 2
P10	RÍO AMBATO SECTOR EL PUENTE	Ephemeroptera	15	12
		Plecoptera	0	0
		Trichoptera	0	0
		Sub.total	15	12
		Coleoptera	5	1
		Diptera	11	9
		Tricladida	0	2
		Haplotaxida	1	6
		Sub.total	17	18
		Total	32	30
		ETP	47	40
		Índice ETP	43	Regular

8.3.9 Mapas

