

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

ESPECIALIDAD INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE



TEMA:

**“Determinación de Zonas Prioritarias para Conservación de la
Subcuenca Del Río Patate”**

TRABAJO DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL

AUTORES:

Manuel Eduardo Barbosa

Laura del Rosario Cadena Coronel

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Renán Lara Landázuri

ASESOR DE TESIS:

Ing. Lola Jiménez Calderón

Latacunga – Ecuador

2010

PAGINA DE AUTORÍA

DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE TESIS
NOS RESPONSABILIZAMOS COMO AUTORES

Laura del Rosario Cadena Coronel
C.C.: 050131152-6

Manuel Eduardo Barbosa
C.C.: 050229677-5

Latacunga, Abril 2011

APROBACIÓN DEL DIRECTOR

Yo, **ING. RENAN LARA LANDÁZURI**, Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi y Director de la Presente Tesis de Grado: “**Determinación de Zonas Prioritarias para Conservación de la Subcuenca Del Río Patate**”, de autoría de los Señores Manuel Eduardo Barbosa y Laura del Rosario Cadena Coronel, de la especialidad de Ingeniería en Medio Ambiente. **C E R T I F I C O**: que ha sido prolijamente revisada. Por tanto, autorizo la presentación; la misma que está de acuerdo a las normas establecidas en el **REGLAMENTO INTERNO DE GRADUACIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**, vigente.

Ing. Renán Lara Landázuri
DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer a Dios por otorgarnos la sabiduría y la salud para lograrlo y bendecirnos con la posibilidad de caminar a su lado durante toda la vida.

A nuestros padres, por el apoyo incondicional que nos dieron a lo largo de la carrera.

A nuestros esposos e hijos, por estar siempre a nuestro lado

Quisiéramos dar las gracias a todos los profesores, que hicieron de nosotros unos grandes profesionales y mejores personas.

Al Ing. Renán Lara y a la Ing. Lola Jiménez, por su asesoría y dirección en el trabajo de investigación

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de esta investigación, hago extensivo nuestro más sincero agradecimiento.

DEDICATORIA

Dedicamos esta tesis a nuestras familias y amistades las cuales nos ayudaron con su apoyo incondicional a ampliar nuestros conocimientos y estar más cerca de nuestras metas profesionales.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINAS
RESUMEN	15
SUMMARY	16
1.1. INTRODUCCIÓN	17
1.2. PROBLEMÁTICA GENERAL, IMPORTANCIA Y ACTUALIDAD	21
1.3. OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCION	23
1.4. OBJETIVO GENERAL	24
1.5. OBJETIVOS ESPECIFICOS	25
1.6. DISEÑO DE LA TESIS	25
1.7. HIPOTESIS	28
1.8. MÉTODOS Y TÉCNICAS	28
1.9. LIMITACIONES	28
1.10. ALCANCE	29
1.11. ESTRUCTURA DEL PROYECTO	30
CAPITULO I	32
MARCO TEÓRICO	32
2.1 Introducción	32
2.2. Normativa Ambiental	32
2.2.1. Constitución Política de la República del Ecuador	33
2.2.2. Ley de Gestión Ambiental	34
2.2.3. Políticas Básicas Ambientales del Ecuador	35
2.3 Cuenca Hidrográfica	37
2.3.1 Definición	37
2.3.2 Elementos	38
2.3.3 Partes de una cuenca hidrográfica	39
2.3.4. Clasificación	41
2.4 Factores Ambientales	42
2.4.1 Factores Físicos	42
2.4.1.a Relieve y Fisiografía.	42
2.4.1.b Geología y Geomorfología	43
2.4.1.c Clima	43
2.4.1.d Agua	45
2.4.1.e Suelo	51
2.4.2 Factores Bióticos	55
2.4.2.a Zonas de Vida	55
2.4.2.b Flora	56
2.4.2.c Fauna	56
2.4.3 Factores Socio Económicos Culturales	56
2.4.3.1 Población	58
2.4.3.2 Salud	58

2.4.3.3 Educación	58
2.4.3.4 Infraestructura	59
2.4.3.5 Paisaje	59
2.4.3.6 Capital Social	59
2.4.3.7 Tenencia de Tierra	60
2.4.3.8 Actividades Económicas	60
2.5. Geoinformación Integrada por Paisajes	61
2.5.1. Dinámica y Funcionamiento de la Cuenca	61
2.5.2. Factores Endogenéticos	61
2.5.3. Factores Exogenéticos	63
2.5.4. La Ecología del Paisaje	64
2.6. Manejo de Cuencas Hidrográficas	65
2.6.1. Utilización de herramientas SIG orientado al manejo de cuencas	65
2.6.2. Geoprocesamiento	66
2.7 ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS	68
2.7.1 Zonificación Ecológica Económica (ZEE)	68
2.7.2 Caudal Ecológico	72
2.8. Impacto Ambiental	72
2.9. Plan de Manejo Ambiental	73
CAPITULO II	74
METODOLOGÍA	74
3.1 Introducción	74
3.2. Procesos	74
3.2.1. Recopilación de Información	74
3.2.2. Estandarización de la Base Cartográfica	85
3.2.3. Análisis del Componente Físico	87
3.2.4. Análisis del Componente Biótico	96
3.2.5. Análisis del Componente Socioeconómico	96
CAPITULO III	98
RESULTADOS	98
DESCRIPCION E INTERPRETACION DE UNIDADES TEMATICAS GENERADAS DENTRO DE LA SUBCUENCA	98
4.1. PAISAJES DE LA SUBCUENCA DEL RIO PATATE	98
4.1.1 PAISAJE SIERRA ALTA Y FRÍA	100
4.1.2. PAISAJE ESTRIBACIONES INTERIORES DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL	103
4.1.3. PAISAJE FONDO DE CUENCA INTERANDINA	106
4.1.4. PAISAJE EDIFICOS VOLCÁNICOS	110
4.1.4.b.1. Volcán Cotopaxi	113
4.1.4.b.2. Volcán Tungurahua	115
4.2. CLIMA	116
4.2.1. Análisis de los Elementos del Clima	117
4.2.1.a. PRECIPITACIÓN P (mm)	119
4.2.1.b. TEMPERATURA MEDIA (°C)	121
4.2.1.c. TEMPERATURAS EXTREMAS (°C)	122
4.2.1.d. HUMEDAD RELATIVA (%)	124
4.2.1.e. NUBOSIDAD (octavos)	125
4.2.1.f. HELIOFANIA (horas/sol)	126
4.2.1.g. REGIMEN DE EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL - ETP (mm)	127

4.2.1.h.	BALANCE HIDROLÓGICO CLIMÁTICO (BHC)	128
4.3.	CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA	130
4.3.1.	Clima Seco Templado (5)	131
4.3.2.	Clima Sub - Húmedo Sub - Templado (6)	131
4.3.3.	Clima Sub - Húmedo Templado (9)	131
4.3.4.	Clima Húmedo Sub-Templado (10)	132
4.3.5.	Clima Húmedo Templado (13)	132
4.3.6.	Clima Muy Húmedo Sub - Templado (14)	132
4.3.7.	Clima Muy Húmedo Templado (17)	133
4.3.8.	Clima Lluvioso Sub - Templado (22)	133
4.3.9.	Clima Páramo Húmedo (27)	133
4.3.10.	Clima Páramo Muy Húmedo (28)	134
4.4.	CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS	134
4.5.	CLASES DE CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS	139
4.6.	ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS	145
4.6.1.	Área Nacional de Recreación El Boliche	147
4.6.2.	Parque Nacional Cotopaxi	150
4.6.3.	<i>Parque Nacional Llanganates</i>	152
4.6.4.	<i>Reserva ecológica Los Ilinizas</i>	155
4.6.7.	<i>Reserva de Producción Faunística Chimborazo</i>	157
4.7.	CONDICIONES SOCIOECONÓMICAS	160
4.7.1.	<i>Población y Territorio</i>	160
4.7.2.	<i>Población Económicamente Activa</i>	167
4.7.3.	<i>Nivel de Instrucción de la Población</i>	183
4.7.4.	<i>Vivienda y Servicios Básicos</i>	190
4.7.5.	<i>Migración</i>	197
4.7.6.	<i>Pobreza</i>	199
4.8.	Identificación de Problemas y Limitaciones	201
4.8.1.	Problemas	203
4.8.2.	Limitaciones:	209
4.8.3.	Manejo	214
4.8.4.	Áreas de Conservación	215
4.8.5.	Alternativas de Manejo dentro de la Subcuenca	222
CONCLUSIONES		223
RECOMENDACIONES		229
ACRÓNIMOS		236
GLOSARIO		237
BIBLIOGRAFIA		<i>¡Error! Marcador no definido.</i>

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Leyenda Morfología

Cuadro 2. Leyenda Morfometría

Cuadro 3. Leyenda Morfodinámica

Cuadro 4. Leyenda Litología

Cuadro 5. Leyenda Formaciones Superficiales

Cuadro 6. Estaciones Meteorológicas

Cuadro 7. Precipitación media anual y mensual (mm.)

Cuadro 8. Valores mensual y anual de temperatura máxima absoluta

Cuadro 9. Valores mensual y anual de temperatura mínima absoluta

Cuadro 10. Valores mensual y anual de temperatura mínima media

Cuadro 11. Valores mensual y anual de temperatura máxima media

Cuadro 12. Valores mensual y anual de humedad relativa

Cuadro 13. Valores mensual y anual de nubosidad

Cuadro 14. Valores mensual y anual de heliofanía

Cuadro 15. Promedio mensual y anual de evapotranspiración potencial

Cuadro 16. Precipitación media y mediana mensual – anual

Cuadro 17. Rangos de la pendiente

Cuadro 18. Tipos de textura

Cuadro 19. Profundidad efectiva

Cuadro 20. Clases de pedregosidad

Cuadro 21. Drenaje

Cuadro 22. Regímenes de humedad

Cuadro 23. Regímenes de humedad

Cuadro 24. Asignación de clase de capacidad de uso de las tierras según rango

Cuadro 25. Superficie de las Clases de capacidad de uso de las tierras

Cuadro 26. Áreas Protegidas al interior de la Subcuenca del Río Patate

Cuadro 27. Población total por área y sexo

Cuadro 28. Población según área a nivel cantonal

Cuadro 29. Población según sexo a nivel cantonal

Cuadro 30. Superficie total de los cantones al interior de la Subcuenca

Cuadro 31. Distribución de los paisajes a nivel cantonal

Cuadro 32. Distribución de los ecosistemas por cantón (%)

Cuadro 33. Ramas de Actividad

Cuadros 34. PEA por rama de actividad de los cantones de la Provincia de Cotopaxi

Cuadro 35. PEA por rama de actividad de los cantones de la Provincia de Tungurahua

Cuadro 36. Nivel de Instrucción de la Población

Cuadro 37. Tipo de Vivienda a Nivel Cantonal

Cuadro 38. Vivienda y Servicios Básicos a Nivel Cantonal

Cuadro 39. Migración a Nivel Cantonal

Cuadro 40. Pobreza a Nivel Cantonal

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Mapa Cartográfico de la Subcuenca del Río Patate

Gráfico 2. Mapa Político de la Subcuenca del Río Patate

Gráfico 3. Estaciones Meteorológicas de la Subcuenca del Río Patate

Gráfico 4. Distribución de los paisajes de la Subcuenca del Río Patate

Gráfico 5. Fondo de Cuenca Interandino

Gráfico 6. Edificios Volcánicos al interior de la Subcuenca del Río Patate

Gráfico 7. Promedio mensual y anual de temperatura media (mm.)

Gráfico 8. Balance hídrico climático Estación Latacunga – Aeropuerto

Gráfico 9. Población total según área urbana o rural

Gráfico 10. Población total según sexo

Gráfico 11. Población por cantón con Instrucción Primaria

Gráfico 12. Población por cantón con Instrucción Secundaria

Gráfico 13. Población por cantón con Instrucción Superior

Gráfico 14. Población por cantón con Instrucción de Postgrado

Gráfico 15. Población por cantón con Nivel de Alfabetización

Gráfico 16. Población por cantón sin Nivel de Instrucción

Gráfico 17. Cobertura de Abastecimiento de Agua

Gráfico 18. Cobertura de Red Pública de Alcantarillado

Gráfico 19. Cobertura de Servicio Eléctrico

Gráfico 20. Cobertura de Servicio de Recolección de Basura

Gráfico 21. Cobertura de Servicio Telefónico

Gráfico 22. Pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas por Cantón

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1. Ubicación general de la subcuenca del Río Patate

Figura. I.2. Esquematización de una cuenca hidrográfica

Figura. I.3. Partes de una cuenca hidrográfica

Figura. I.4. Sistema Hidrográfico Nacional

Figura. I.5. Ciclo del Agua

Figura. I.6. Usos del Agua

Figura. I.7. Texturas del suelo

Figura. I.8. Zonas de Vida

Figura. I.9. Sobre posición de mapas

Figura. II.1. Imagen ASTER. Sector Lasso

Figura. II.2. Imagen ASTER. Sector Salcedo

Figura. II.3. Imagen ASTER. Sector Tungurahua

Figura. II.4. Imagen ASTER. Sector Latacunga

Figura. II.5. Imagen ASTER. Tungurahua

Figura. II.6. Mosaico Imágenes ASTER

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Volcán Cotopaxi

Fotografía 2. Volcán Tungurahua

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1: Base Cartográfica

Mapa 2: Territorios Provinciales y Cantorales al Interior de la subcuenca

Mapa 3: Geomorfológico

Mapa 4: Ecosistemas

Mapa 5: Clasificación Climática

Mapa 6: Paisajes

Mapa 7: Áreas Protegidas y Cobertura Natural sin Estatus Legal

Mapa 8: Uso Actual de las Tierras y Cobertura Vegetal

Mapa 9: Población Económicamente Activa en el Área Urbana

Mapa 10: Población Económicamente Activa en el Área Rural

Mapa 11: Suelos

Mapa 12: Capacidad de Uso de las Tierras

Mapa13: Estaciones Meteorológicas

Mapa 14: Áreas de conservación

Mapa 15: Limitantes

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Mapas Temáticos

Anexo 2. Fotografías

Anexo 3. Ubicación de Sitios de Observación. Puntos GPS

RESUMEN

La conservación de las cuencas hidrográficas considera las interacciones e interdependencias entre los componentes bióticos, abióticos, sociales, económicos y culturales que en las mismas se desarrollan.

Por eso es necesario fomentar la participación activa de los diferentes actores involucrados en la gestión ambiental de las cuencas hidrográficas, para formular coordinadamente las políticas y estrategias en la conservación, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos.

El Manejo de cuencas hidrográficas es un tema que se enfoca en la armonización entre el ser humano y el ambiente para la gestión ambiental y el mejoramiento de la calidad de vida del hombre.

El presente trabajo fue realizado en base al análisis de los factores: bióticos, socioeconómico y ambientales dentro de la subcuenca del río Patate, con la finalidad de describir las zonas prioritarias de conservación, las cuales fueron espacializadas mediante herramientas software de Sistemas de Información Geográfica.

Los resultados obtenidos serán de gran importancia para la toma de decisiones y la elaboración de planes de desarrollo que permitan la solución de los problemas ambientales presentes en la subcuenca del Río Patate.

SUMMARY

The conservation of watersheds considered the interactions and interdependencies between the biotic, abiotic, social, economic and cultural changes which they develop.

Therefore it is necessary to promote active participation of different stakeholders in environmental management of watersheds, to develop coordinated policies and strategies in conservation and sustainable use of water resources.

Watershed Management is an issue that focuses on harmonizing between man and the environment for environmental management and improving the quality of human life.

This work was carried out based on the analysis of the factors: biotic, socioeconomic and environmental impacts within the basin of the River Patate, in order to describe the priority areas for conservation, which were spatialized using software tools of Geographic Information Systems.

The results will be of great importance for decision making and development plans to enable the solution of environmental problems present in the basin of the River Patate.

1.1. INTRODUCCIÓN

Cuenca es la unidad de territorio donde las aguas fluyen naturalmente conformando un sistema interconectado, en la cual interactúan aspectos biofísicos, socioeconómicos y culturales, sus límites están formados por las divisorias de aguas que la separan de zonas adyacentes pertenecientes a otras cuencas fluviales.

El tamaño y forma de una cuenca viene determinado por las condiciones geológicas del terreno.

Las cuencas pueden considerarse como sistemas abiertos en los que es posible estudiar los procesos hidrológicos. La cuenca representa la unidad fundamental empleada en hidrología, ciencia que se ocupa del estudio de la distribución, espacial y temporal, y las propiedades del agua presente en la atmósfera y en la corteza terrestre

La cuenca hidrográfica es el espacio geográfico, rodeado de una divisoria de aguas en la cual escurre el agua que se recoge en un solo cauce y que desemboca directamente al mar o sale del territorio nacional.

Las cuencas hidrográficas son algo más que sólo áreas de desagüe en o alrededor de las comunidades, son necesarias para brindar un hábitat a plantas y animales, proporcionan agua potable para la gente y para la flora y fauna silvestres.

La protección de los recursos naturales en nuestras cuencas hidrográficas es esencial para mantener la salud y el bienestar de todos, tanto en el presente como en el futuro.

El manejo de cuencas hidrográficas proviene del término *Watershed Management*, y empieza a ser tratado por los Estados Unidos en los ríos *Mississippi* (1870), *Missouri* (1884) y *Tennessee Valley Authority* (1933), con fines de navegación, control de inundaciones y realización de obras hidráulicas. América Latina y El Caribe en los años 60 acogen dicho término, dándole un enfoque geográficamente integrado para la gestión de recursos naturales, centrándose en usos específicos como: hidroelectricidad, riego, abastecimiento de agua potable y saneamiento (Fernández,1999).

En la actualidad está siendo tratado con mayor intensidad a nivel mundial, ya que involucra el análisis de factores sociales, económicos y ambientales que interactúan y se relacionan entre sí. Mediante el seguimiento y mejoramiento de los mismos se pretende alcanzar soluciones que lleven a un desarrollo sustentable (Francke, 2002).

Los componentes principales que determinan el funcionamiento de una cuenca son los elementos naturales y los de generación antrópica. Dentro de los naturales tenemos los componentes bióticos como el hombre, la flora y la fauna; y los componentes abióticos como el agua, el suelo, el aire, los minerales, la energía y el clima.

Los elementos de generación antrópica, o generados por el hombre, pueden ser de carácter socioeconómico y jurídico institucional. Entre los primeros tenemos la tecnología, la organización social, la cultura y las tradiciones, la calidad de vida y la infraestructura desarrollada.

Entre los elementos jurídico-institucionales tenemos las políticas, las leyes, la administración de los recursos y las instituciones involucradas en la cuenca.

Los componentes abióticos y bióticos están condicionados por las características geográficas (latitud, altitud), geomorfológicos (tamaño, forma, relieve, densidad y tipo de drenaje), geológicas (orogénicas, volcánicas y sísmicas) y demográficas

En su evolución y búsqueda de la satisfacción de sus necesidades, el hombre origina los elementos antrópicos al reconocer y aprovechar los elementos de la oferta ambiental para satisfacer sus necesidades; aquellos elementos se vuelven recursos. Consecuentemente, el aprovechamiento de estos recursos produce impactos que pueden ser benéficos o nocivos.

La Ordenación de una cuenca es el proceso de planificación permanente, sistemático, previsorio e integral adelantado por el conjunto de actores que interactúan en y con el territorio de una cuenca, conducente al uso y manejo de los recursos naturales de una cuenca, de manera que se mantenga o restablezca un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento social y

económico de tales recursos y la conservación de la estructura y la función físico biótica de la cuenca.

Los grandes desastres naturales como inundaciones, deslizamientos, desbordamientos de los ríos, sequías, entre otros, han ocasionado un impacto negativo, sobre todo en la parte socioeconómica y ambiental de nuestra población, provocando así pérdidas de cultivos, bienes y la muerte de muchas especies de flora y fauna.

Es por todo esto que el Ecuador se involucra en el manejo de cuencas hidrográficas con un enfoque en el desarrollo sustentable y sostenible, mediante el uso de técnicas como la teledetección y herramientas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) (Rizzo, 2004).

En síntesis, el manejo de cuencas implica estilos integrados y sostenibles de producción agrícola, pecuaria y forestal, adaptados a la realidad política y económica local, culturalmente aceptables y socialmente justos, con miras al bienestar de los pobladores que dependen de esa producción.

Por ultimo, para evaluar en forma rápida y simple la factibilidad de llevar a efecto acciones concretas de manejo de cuencas habría que tener en cuenta tres factores fundamentales: los políticos, los institucionales y los de capacidad operativa.

1.2. PROBLEMÁTICA GENERAL, IMPORTANCIA Y ACTUALIDAD

A nivel de país, en los últimos años se ha acentuado la crisis económica y social, profundizándose los niveles de pobreza e inequidad, especialmente en los sectores rurales; pero este problema socioeconómico ha sido de la mano con la explotación indiscriminada de los recursos naturales y la degradación de las cuencas hidrográficas.

Paulatinamente han ido disminuyendo los caudales de los ríos y quebradas de las cuencas alto andinas y sin lugar a dudas, este problema está relacionado con la destrucción de los ecosistemas de páramo, ceja andina y de montaña, lo que ha provocado una alteración de los ciclos hidrológicos y afectaciones a la biodiversidad.

La deforestación, el mal uso del suelo, uso de agroquímicos, la erosión, degradación de los suelos, remociones en masa, alteraciones en el ecosistema, contaminación de las aguas con hidrocarburos, pobreza y disminución de la calidad de vida, son entre otros, los problemas, no solo de tipo ecológico sino también socioeconómicos, de allí la necesidad de dar soluciones no de tipo sectorial sino en una forma integrada, ya que, la cuenca hidrográfica corresponde a un sistema donde los fenómenos naturales y culturales están íntimamente relacionados.

Visto desde esta perspectiva, el problema de la sustentabilidad de los recursos naturales debe ser tratado a nivel de Cuenca Hidrográfica, ya que ésta a más de ser considerada como un sistema hidrográfico-hidrológico, constituye una unidad territorial donde las actividades desarrolladas por el hombre interactúan directamente con los recursos naturales y paisajísticos, aprovechando sus bienes y servicios, que en la mayoría de los casos no son explotados sustentablemente.

Los proyectos dirigidos al manejo de cuencas hidrográficas son insuficientes en el Ecuador, y no se les presta la importancia que se merecen. Existen estudios que plantean soluciones óptimas que no han llegado a ponerse en práctica y quedan en total abandono.

Entre las causas centrales que han contribuido al aceleramiento e intensificación de los problemas mencionados, se pueden citar las siguientes: sobre explotación de los recursos naturales; falta de un marco de ordenamiento territorial; falta de gestión de cuencas hidrográficas; falta de financiamiento; y, la utilización de información temática desactualizada, individualizada, elaborada con diferentes metodologías de trabajo y a diversas escalas.

Un adecuado conocimiento y manejo de herramientas SIG permitirá realizar una gestión óptima de los problemas e identificación que se dan en las diferentes localidades de la región.

El presente estudio aporta con información temática actualizada que permita gestionar la toma de decisiones mediante el control de las actividades que producen un impacto negativo en el aprovechamiento adecuado de la subcuenca, con el planteamiento de soluciones para la mejor utilización de los recursos naturales.

1.3. OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCION

El objeto general de estudio es la generación de geoinformación de la Subcuenca del Río Patate bajo el enfoque de Ecología de Paisaje, contribuyendo como un importante punto de partida que servirá para efectuar evaluaciones territoriales y análisis espacial que identifiquen a futuro categorías de ordenamiento territorial, definiendo los usos más óptimos que se debe dar a la Subcuenca en mención, tendiendo siempre a un tratamiento equilibrado entre los recursos, hombre y ambiente.

La Subcuenca del Río Patate se localiza en la región central de la República del Ecuador, en las provincias de Cotopaxi y Tungurahua. La Subcuenca presenta forma irregular.

La ubicación geográfica de la subcuenca del Río Patate, se encuentra dentro de las siguientes coordenadas:

UTM Planas entre:

Longitud 775.018 S Latitud 9'932.885 W

Longitud 751.083 S Latitud 9'837.999 W

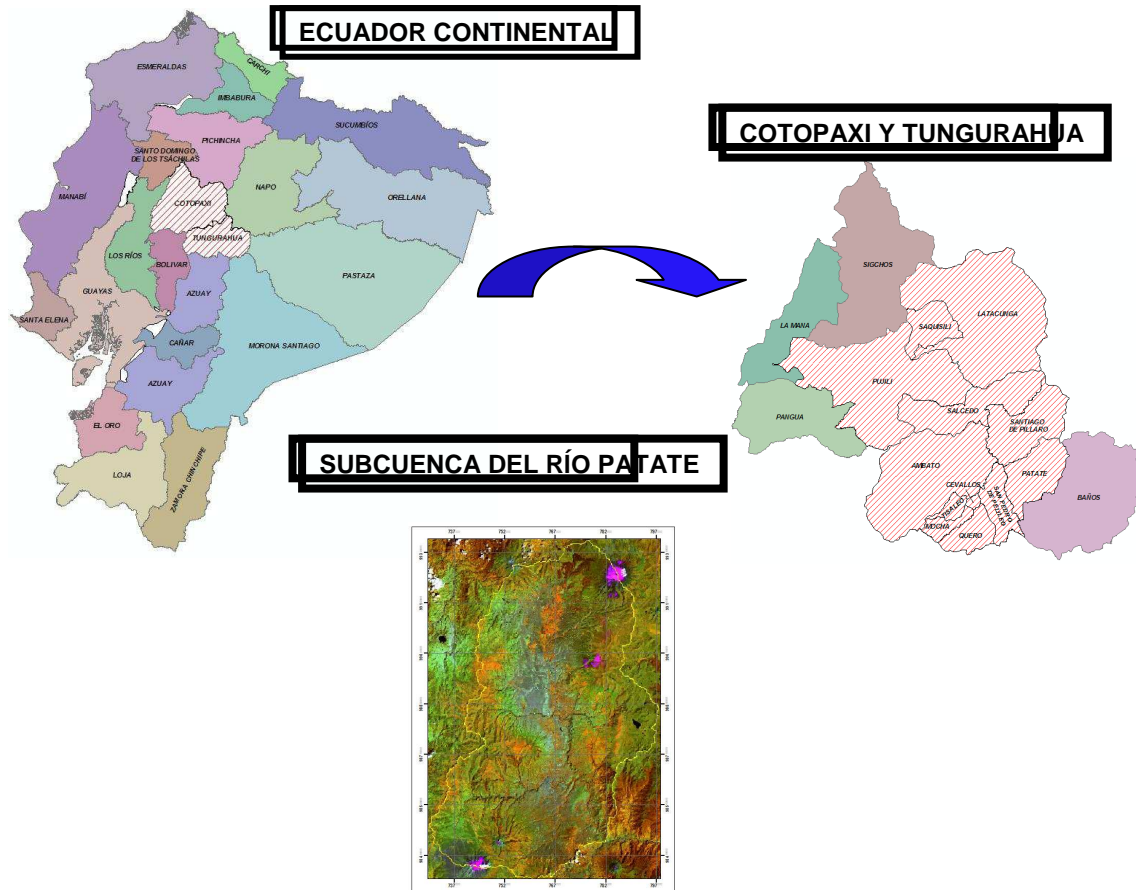


Figura I.1. UBICACIÓN GENERAL DE LA SUBCUENCA DEL RÍO PATATE

1.4. OBJETIVO GENERAL

Identificar zonas prioritarias de conservación de la Subcuenca del Río Patate relacionadas con variables físicas, bióticas, socioeconómicas y ambientales.

1.5. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- a. Elaborar una base cartográfica a escala 1:100.000, con datos planimétricos y altimétricos recabados en el Instituto Geográfico Militar, y generar información integrada relacionada con aspectos geológicos, geomorfológicos, suelos y capacidad de uso de las tierras, a escala 1:100.000, en base a la información recopilada.
- b. Generar información climática sobre la base de datos obtenida del INAMHI, escala 1:100.000 y generar información integrada relacionada con áreas protegidas y ecosistemas, escala 1:100.000.
- c. Generar información socioeconómica sobre la base del uso actual del suelo y cobertura natural; datos del SIISE, INFOPLAN e INEC, escala 1:100.000.
- d. Elaborar un mapa de unidades de paisaje donde se integren las variables físicas, bióticas y socioeconómicas y un mapa de unidades de conservación escala 1:100.000.

1.6. DISEÑO DE LA TESIS

La primera actividad del proyecto analiza la información de fuentes bibliográficas confiables. Algunas de estas fuentes son libros especializados en

el tema de manejo de cuencas hidrográficas, artículos, publicaciones de Internet, etc., que poseen información relevante para reforzar conceptos básicos de los temas a tratar.

A través de una primera visita a la subcuenca del río Patate en las Provincias de Cotopaxi y Tungurahua, se realizó un recorrido al interior de la zona de estudio, efectuando paradas y, reconociendo “in situ”, el relieve, rocas, formaciones superficiales, las diferentes formas de vida, los suelos, humedad, clima, etc.

En la segunda actividad se interpretó la información recopilada en el campo y se procesaron los datos que sirvieron para la generación de los mapas. Posteriormente, se recopiló información más detallada acerca de los recursos agua y suelo, principalmente relacionados con su uso; así como de los recursos flora y fauna, poniendo especial atención en especies indicadoras de la zona.

Los datos obtenidos fueron procesados en gabinete para la elaboración de los productos como son los mapas, cuadros estadísticos, tablas de datos, etc.; esto, con la utilización de herramientas SIG como: validación topológica, geoprocésamiento, análisis de datos, etc.

Para determinar las características climáticas de la zona de estudio, se realizó la compilación de información de las estaciones de la red meteorológica del INAMHI y demás Instituciones afines.

La red de estaciones meteorológicas e hidrológicas recopiladas, que fueron consideradas para el análisis de este estudio es en total 37, las mismas que se encuentran dentro de la Subcuenca del Río Patate, de las cuales 24 son estaciones climatológicas y 13 hidrológicas.

Sobre las cartas topográficas del Instituto Geográfico Militar a escala 1: 50.000 se procedió mediante un SIG a ubicar en coordenadas geográficas y UTM cada una de las estaciones meteorológicas consideradas en la zona de estudio.

Se recopiló importante información a nivel de Cantón: demográfica, socioeconómica, de vivienda, educación, migración y pobreza, principalmente proveniente del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos – INEC, información que pertenece al VI Censo de Población y V de Vivienda, Resultados Definitivos del año 2001 y al Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador - SIISE, versión 4.5.

1.7. HIPOTESIS

Mediante la caracterización hidrológica de una subcuenca, teniendo como base la información del componente biofísico, socioeconómico y ambiental, es posible determinar las áreas de conservación de la Subcuenca del Río Patate.

1.8. MÉTODOS Y TÉCNICAS

LA OBSERVACIÓN: Reconocimiento directo in situ

LA INTERPRETACIÓN: Identificación de Objetos Geográficos, relacionados en Datos de Sensores Remotos

LA COMPROBACIÓN: Constatación en campo de los datos obtenidos en gabinete.

EL ANÁLISIS: Geoprocesamiento de la información y análisis de los datos obtenidos.

1.9. LIMITACIONES

Entre las principales limitaciones tenemos:

- Calidad de los datos recopilados
 - Exactitud posicional
 - Exactitud temática
 - Compleitud

Consistencia lógica (topología)

Exactitud temporal

- Que la agroindustria del sector privado, imposibilite el acceso a determinados lugares, para la realización de estudios de campo.

1.10. ALCANCE

El alcance del presente estudio es a nivel de subcuenca hidrográfica y su área de influencia abarca 2 provincias como son Cotopaxi y Tungurahua y las localidades comprendidas dentro de éste límite.

Para el presente estudio, dada la superficie de la cuenca hidrográfica, de aproximadamente 4700 Km², a más de la información base, climática y ciertos indicadores socioeconómicos, se han considerado con mayor relevancia, aspectos bióticos como cobertura vegetal, áreas protegidas, información bioclimática y aspectos físicos como litología, edafología, geología, geomorfología.

Todos estos elementos han sido contemplados para ser analizados como partes integrantes e integradoras de un ecosistema delimitado por las unidades cartográficas de tierra, que interactúan entre sí.

Sin embargo el componente socioeconómico ambiental, es de gran importancia a la hora de tomar decisiones que puedan incidir en una verdadera gestión de conservación de áreas prioritarias y así mismo requiere de grandes esfuerzos y

recursos, por lo que podría considerarse como un estudio complementario al aquí presentado.

1.11. ESTRUCTURA DEL PROYECTO

1.11.1 CAPÍTULO I – MARCO TEÓRICO

Los temas que abarca este capítulo son de gran importancia para la completa ejecución de la tesis, ya que, define cada uno de los factores que se encuentran involucrados en la subcuenca.

1.11.2 CAPÍTULO II – METODOLOGÍA

En este capítulo se da a conocer la metodología del proyecto, con el análisis y validación de los datos obtenidos de la subcuenca de cada uno de los componentes que la conforman.

Además, se encuentran los diferentes pasos que se han seguido para la realización y actualización de los mapas que intervienen en el análisis de la información de la subcuenca.

1.11.3 CAPÍTULO III – RESULTADOS

En este capítulo se presenta un diagnóstico general y la situación actual de la subcuenca identificándose las áreas de conservación.

1.11.4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se emiten criterios personales basados en el análisis de los factores anteriormente descritos y de los resultados obtenidos en el transcurso de la realización de la presente tesis.

1.11.5. ANEXOS

En este capítulo se incluyen todos los mapas, fotografías, hojas de cálculo y gráficos relevantes para el presente documento.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción

Este capítulo da a conocer las definiciones de cada uno de los elementos que integran la subcuenca, siendo de vital importancia, ya que constituye una base para la completa ejecución del proyecto.

2.2. Normativa Ambiental

Pese a que se encuentra vigente la Constitución Política, reformada en el año 1998, y en la Ley de Gestión Ambiental y su Codificación de septiembre de 2004, lo concerniente a defender el patrimonio natural, vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y, en general la preservación de la naturaleza en el país, se están dando cambios en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas que generan una acelerada transformación de los territorios y paisajes, causando efectos e impactos negativos sobre al ambiente. Bajo este contexto, es viable conocer los principios y orientaciones fundamentales en materia ambiental y aprovechamiento de los recursos naturales, e incluso directrices emanadas de foros internacionales.

2.2.1. Constitución Política de la República del Ecuador

En la Constitución y en lo que respecta a los derechos civiles y colectivos, ésta señala:

...”El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación. La ley establecerá las restricciones al ejercicio de determinados derechos y libertades, para proteger el medio ambiente” (Art. 23, numeral 6)

En el campo de la ciencia y tecnología, el Estado fomentará las investigaciones *...”dirigidas a mejorar la productividad, la competitividad, el manejo sustentable de los recursos naturales, y a satisfacer las necesidades básicas de la población” (Art. 80)*

Asimismo, *...”El Estado protegerá el derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice un desarrollo sustentable. Velará para que este derecho no sea afectado y garantizará la preservación de la naturaleza (Art. 86). En este mismo artículo, se declaran de interés público y se regularán conforme a la ley:*

- 1. La preservación del medio ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país.*

2. *La prevención de la contaminación ambiental, la recuperación de los espacios naturales degradados, el manejo sustentable de los recursos naturales y los requisitos que para estos fines deberán cumplir las actividades públicas y privadas.*
3. *El establecimiento de un sistema nacional de áreas naturales protegidas, que garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ecológicos, de conformidad con los convenios y tratados internacionales.*

Respecto a la titularidad de los recursos naturales, el **Art. 248**, señala textualmente: *El Estado tiene derecho soberano sobre la diversidad biológica, reservas naturales, áreas protegidas y parques nacionales. Su conservación y utilización sostenible se hará con participación de las poblaciones involucradas cuando fuere del caso y de la iniciativa privada, según los programas, planes y políticas que los consideren como factores de desarrollo y calidad de vida y de conformidad con los convenios y tratados internacionales.*

2.2.2. Ley de Gestión Ambiental

En este ámbito, el proceso de Gestión Ambiental, se orientará según los principios universales del Desarrollo Sustentable, contenidos en la Declaración de Río de Janeiro de 1992, sobre Medio Ambiente y Desarrollo (**Art. 3**).

En referencia al desarrollo sustentable, el **Art. 7**, señala: *“La gestión ambiental se enmarca en las políticas generales de desarrollo sustentable para la conservación del patrimonio natural y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que establezca el Presidente de la República al aprobar el Plan Ambiental Ecuatoriano. Las políticas y el Plan mencionados formarán parte de los objetivos nacionales permanentes y las metas de desarrollo. El Plan Ambiental Ecuatoriano contendrá las estrategias, planes, programas y proyectos para la gestión ambiental nacional y será preparado por el Ministerio del ramo”.*

2.2.3. Políticas Básicas Ambientales del Ecuador

El Decreto Ejecutivo No. 1589, publicado en Registro Oficial 320 de 25 de Julio del 2006, Art. 1., textualmente, establece las siguientes políticas básicas ambientales del Ecuador:

- Reconociendo que el principio fundamental que debe trascender el conjunto de políticas es el compromiso de la sociedad de promover el desarrollo hacia la sustentabilidad.

La sociedad ecuatoriana deberá observar permanentemente el concepto de minimizar los riesgos e impactos negativos ambientales mientras se mantienen las oportunidades sociales y económicas del desarrollo sustentable.

- Reconociendo que el desarrollo sustentable sólo puede alcanzarse cuando sus tres elementos lo social, lo económico y lo ambiental son tratados armónica y equilibradamente en cada instante y para cada acción.

Todo habitante en el Ecuador y sus instituciones y organizaciones públicas y privadas deberán realizar cada acción, en cada instante, de manera que propenda en forma simultánea a ser socialmente justa, económicamente rentable y ambientalmente sustentable.

- Reconociendo que el ambiente tiene que ver con todo y está presente en cada acción humana:

Las consideraciones ambientales deben estar presentes, explícitamente, en todas las actividades humanas y en cada campo de actuación de las entidades públicas y privadas, particularmente como parte obligatoria e indisoluble de la toma de decisiones; por lo tanto, lo ambiental no deberá ser considerado en ningún caso como un sector independiente y separado de las consideraciones sociales, económicas, políticas, culturales y en general, de cualquier orden. Esto sin perjuicio de que, por razones puramente metodológicas, deban hacerse análisis y capacitaciones sobre llamados "temas ambientales".

- Reconociendo que se han identificado los principales problemas ambientales, a los cuales conviene dar una atención especial en la gestión ambiental, a través de soluciones oportunas y efectivas.

El Estado Ecuatoriano, sin perjuicio de atender todos los asuntos relativos a la gestión ambiental en el país, dará prioridad al tratamiento y solución de los siguientes aspectos reconocidos como problemas ambientales prioritarios del país:

- . La pobreza, (agravada por el alto crecimiento poblacional frente a la insuficiente capacidad del Estado para satisfacer sus requerimientos, principalmente empleo).*
- . La erosión y desordenado uso de los suelos.*
- . La deforestación.*
- . La pérdida de la biodiversidad y recursos genéticos.*
- . La desordenada e irracional explotación de recursos naturales en general.*
- . La contaminación creciente de aire, agua y suelo.*
- . Los riesgos, desastres y emergencias naturales y antrópicas.*
- . Entre otros.*

2.3 Cuenca Hidrográfica

2.3.1 Definición

“Son unidades morfológicas que se encuentran delimitadas por una línea imaginaria denominada divisoria de aguas, esta línea es el límite entre las cuencas hidrográficas contiguas de dos cursos de agua. A cada lado de la

divisoria de aguas, las aguas precipitadas acaban siendo recogidas por el río principal de la cuenca respectiva”

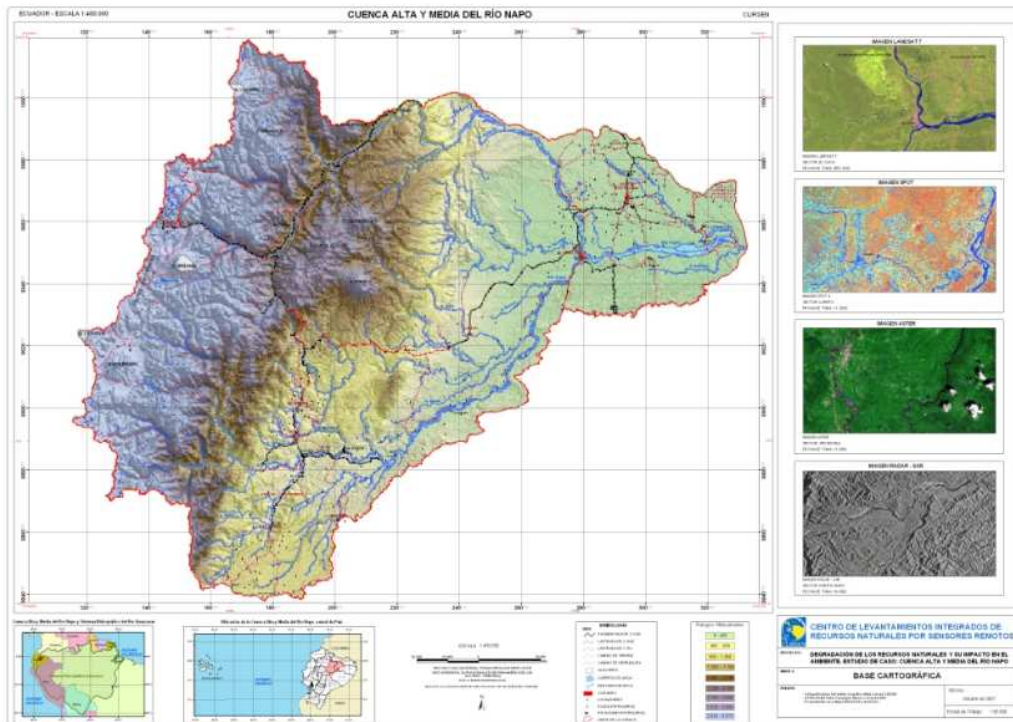


Figura. I.2. Esquematización de una cuenca hidrográfica

Fuente: CLIRSEN

2.3.2 Elementos

2.3.2.a. Río principal

Es aquel que se encarga de recoger el agua que se origina por las precipitaciones, su determinación puede ser arbitraria ya que hay diferentes características que la definen como: el curso fluvial, tipo de caudal, superficie de la cuenca, entre otros.

2.3.2.b Los afluentes

Son los ríos secundarios que desembocan en el río principal. Cada afluente tiene su respectiva cuenca hidrográfica.

2.3.2.c Línea divisoria de vertientes

Es la línea que divide a diferentes vertientes, separando a dos o más cuencas vecinas. Puede ser utilizada como límite entre dos espacios geográficos o cuencas hidrográficas.

2.3.2.d Relieve

El relieve de una cuenca consta de los valles principales y secundarios, de la red fluvial que conforma la cuenca. Está formado por las montañas y sus flancos; por las quebradas o torrentes, valles y mesetas.

2.3.2.e Obras y construcciones

Son estructuras construidas por el ser humano, también denominadas intervenciones antrópicas. Suelen ser viviendas, ciudades, campos de cultivo, obras para riego y energía, y vías de comunicación.

2.3.3 Partes de una cuenca hidrográfica

2.3.3.a Sección alta

Es la sección de la cuenca en la que existe un aporte de sedimentos hacia las partes bajas de la cuenca, visiblemente se ven trazas de erosión.

2.3.3.b Sección media

Área de la cuenca en la cual hay un equilibrio entre el material sólido que llega traído por la corriente y el material que sale. Visiblemente no hay erosión.

2.3.3.c Sección baja

Zona de la cuenca en la cual el material extraído de la parte alta se deposita en lo que se llama cono de deyección o abanico aluvial.

Las partes de una cuenca se encuentran detalladas en la siguiente figura:



Figura. I.3. Partes de una cuenca hidrográfica

Fuente: <http://www.kalipedia.com/ciencias-tierra-universo>

2.3.4. Clasificación

La clasificación más adecuada se la realiza de acuerdo a su extensión, llegándose a denominar:

Tabla. I.1. Clasificación de una cuenca hidrográfica

TIPO	EXTENSION EN HA.
Sistema	> 300.000
Cuenca	100.000 – 300.000
Subcuenca	10.000 – 100.000
Microcuenca	4.000 – 10.000
Minicuenca o quebrada	< 4.000

Fuente: INEFAN

En el Ecuador existen 31 sistemas hidrográficos de los cuales 24 pertenecen a la vertiente del Pacífico (incluyendo territorios insulares) y 7 a la vertiente del Amazonas; con un total de 79 Cuencas hidrográficas y 137 subcuencas.

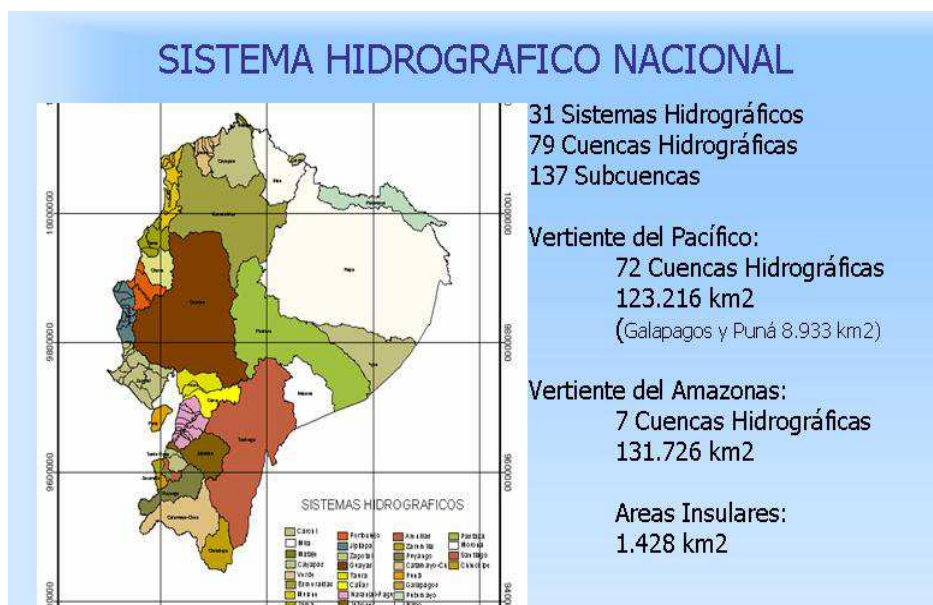


Figura. I.4. Sistema Hidrográfico Nacional

FUENTE: SENAGUA

2.4 Factores Ambientales

Los factores ambientales son aquellos que presentan la relación existente entre los seres vivos y el ambiente, además, la influencia que éste ejerce sobre los mismos. Los factores determinan las adaptaciones, la variedad de especies de plantas y animales, y la distribución de los seres vivos en el planeta.

2.4.1 Factores Físicos

Son aquellos factores que determinan la existencia, el crecimiento y el desarrollo de los seres vivos, así como también el correcto funcionamiento de sus procesos.

2.4.1.a Relieve y Fisiografía.

Se refiere a las diferentes formas que adoptan la corteza terrestre o litosfera.

2.4.1.a.1 Morfometría

La morfometría de cuencas permite establecer parámetros de evaluación del funcionamiento del sistema hidrológico de una región, lo cual se constituye en un elemento útil para la planificación ambiental.

2.4.1.b Geología y Geomorfología

La geología estudia y analiza la composición, cambios y mecanismos de alteración del planeta y de su superficie desde su origen hasta su estado actual, determinando la textura y estructura de la materia que la compone, como lo son las rocas y materiales derivados, que forman la parte externa de la tierra.

La geomorfología se encarga del estudio y descripción del relieve terrestre y submarino, que son el resultado de procesos destructivos y constructivos que ocurren en la superficie.

2.4.1.c Clima

Son condiciones atmosféricas que caracterizan una región y determinan el tipo de especies tanto de flora como de fauna existente en la misma.

Para el estudio del clima local hay que analizar los elementos del tiempo, como: la biotemperatura, las precipitaciones, la humedad y la evapotranspiración.

2.4.1.c.1 Biotemperatura

La biotemperatura es aquella que relaciona la vida vegetal y animal con la temperatura la cual limita la vida de las diferentes especies de flora y fauna. Viene dada en grados centígrados, teniendo un rango de 0°C hasta los 30°C.

2.4.1.c.2 Precipitación

La precipitación viene dada en milímetros y se considera como la cantidad de agua que cae de la atmósfera hacia la superficie en forma de lluvia, nieve o granizo (Henaó, 1988).

2.4.1.c.3 Humedad

La humedad es la relación existente entre la precipitación y la evapotranspiración potencial, la cual define el grado de saturación de la atmósfera.

2.4.1.c.4 Evapotranspiración Potencial

La evapotranspiración es la cantidad de agua que pierde una superficie mediante la evaporación del suelo y la transpiración de plantas. Cuando esta cantidad de agua es transpirada bajo condiciones óptimas de humedad del suelo y cobertura vegetal, se la denomina evapotranspiración potencial.

Hay una serie de factores que pueden influir sobre estos elementos, como: la altitud geográfica, la altitud del lugar y la orientación del relieve.

2.4.1.d Agua

El ciclo del agua es de gran importancia en la naturaleza ya que por medio de sus procesos de evapotranspiración, condensación y precipitación, originan la formación de una cuenca (Ver Figura I.5).

El agua es recolectada y almacenada por las cuencas hidrográficas, y posteriormente es distribuida para consumo humano y animal, además, para los sistemas de riego agrícola, para la dotación de agua a las ciudades e inclusive para la producción de energía eléctrica; por ende, la preservación del agua es importante para el desarrollo integral de la vida.



Figura. I.5. Ciclo del Agua

Fuente: <http://water.usgs.gov/gotita/graphics/watercycleportrait.jpg>

2.4.1.d.1 Usos del Agua

En las últimas décadas el uso del agua ha aumentado en relación a la cantidad de ella disponible. Más del 60 % de la extracción de agua a nivel mundial se destinó al riego de cultivos y el 23 % a usos de la industria.

Las diferentes formas de aprovechamiento de agua por parte del ser humano son:

En la agricultura: Es el consumo de agua dedicado a la producción alimenticia



En nuestra casa: El suministro de agua potable en las poblaciones urbanas y comunidades rurales

En la generación de energía eléctrica: Se usa en las centrales hidroeléctricas y las termoeléctricas



En la acuicultura y pesca: Son alternativas alimenticias para la población

En la industria: Es el consumo de agua dedicado a la producción de bienes



Figura. I.6. Usos del Agua

FUENTE:<http://www.merida.gob.mx/ecomerida/culturadelagua/imagenes/grafic02.gif>

1er. Lugar La industria: El 90% de la contaminación del agua se genera en las industrias

2do. Lugar Las actividades domesticas

3er lugar La minería y la petroquímica

2.4.1.d.2 Calidad del Agua

La calidad del agua es el resultado del impacto de la actividad humana, del ciclo hidrológico natural, y procesos físicos, químicos y biológicos. Para su determinación se deben analizar un conjunto de parámetros, como:

- Temperatura:

La temperatura del agua tiene gran importancia por el hecho de que los organismos requieren determinadas condiciones para sobrevivir. Este Indicador influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el potencial de hidrógeno (pH), el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas.

- Conductividad:

Es un indicador del contenido de sales disueltas o de minerales en el agua (mineralización). Depende de la presencia de iones, su concentración total,

movilidad y temperatura de medición. Se expresa en micro-siemens por centímetro (mS/cm).

- Potencial de hidrógeno (pH):

El pH es una expresión de la intensidad de las condiciones ácidas o básicas de un líquido, puede variar entre 1 y 14. Su valor define en parte la capacidad de auto depuración de una corriente y, por ende, su contenido de materia orgánica, además de la presencia de otros contaminantes, como metales pesados.

- Turbidez:

La turbidez se define como una mezcla que oscurece o disminuye la claridad natural o transparencia del agua. Es producida por materias en suspensión, como arcilla, cieno o materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton y otros microorganismos; tales partículas varían en tamaño desde 0,1 a 1.000 nanómetros (nm) de diámetro. Este indicador está directamente relacionado con el tipo y concentración de materia suspendida o sólidos suspendidos en el agua.

- Sólidos Totales:

Es la suma de los componentes sólidos, tanto disueltos como en suspensión, que se encuentran en el agua o en las aguas residuales.

- Oxígeno Disuelto (OD):

Es la cantidad de oxígeno que está disuelto en el agua y que es esencial para los ríos y lagos saludables. El nivel de oxígeno disuelto puede ser un indicador de cuán contaminada está el agua y cuán bien puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal. Generalmente, un nivel más alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad.

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO):

La demanda bioquímica de oxígeno es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, y se utiliza para determinar su grado de contaminación. Normalmente se mide transcurridos 5 días (DBO_5) y se expresa en $mg\ O_2/lit$. Si no hay materia orgánica en el agua, no habrá muchas bacterias presentes para descomponerla y, por ende, la DBO tenderá a ser menor y el nivel de OD tenderá a ser más alto.

- Coliformes Fecales:

El grupo coliforme incluye todos los bacilos gram-negativos aerobios o anaerobios. Pueden desarrollarse en presencia de sales y otros agentes tensoactivos. El coliforme fecal (*Echerichia Coli*) es un subgrupo de la población total coliformes y tiene una correlación directa con la contaminación fecal producida por animales de sangre caliente.

Nitratos:

Los nitratos son sustancias químicas que se encuentran naturalmente en los suelos en pequeñas cantidades. Los fertilizantes y las aguas negras de origen animal también son fuentes de nitratos.

Fosfatos:

Se encuentran en los fertilizantes y los detergentes y pueden llegar al agua con el escurrimiento agrícola, los desechos industriales y las descargas de aguas negras.

2.4.1.d.3 Caudal

Es la cantidad de agua que un río transporta por unidad de tiempo, ésta dada en m³/s.

2.4.1.e Suelo

Es un recurso natural importante para la productividad, y por medio del uso adecuado del mismo, se logra un equilibrio sustentable entre la producción de alimentos y el incremento poblacional acelerado. El suelo al igual que el aire y el agua, es esencial para la vida ya que es el hábitat en el que se desarrollan las plantas y animales, cuando es manejado de manera prudente se lo considera como recurso renovable.

Gracias al soporte que constituye el suelo es posible la producción de los recursos naturales, por lo cual es necesario comprender las características físicas y químicas para propiciar la productividad y el equilibrio ambiental.

2.4.1.e.1 Parámetros de análisis de suelos

Color:

La coloración es un parámetro que generalmente indica la cantidad de materia orgánica que tiene el suelo, por ejemplo si un suelo es más oscuro quiere decir que tiene mayor cantidad de materia orgánica presente, por lo tanto, es más fértil. Si un suelo es amarillento indica la presencia de óxidos de hierro y pueden estar mal drenados, mientras que si son rojos también presentan óxidos de hierro pero están bien drenados. Los suelos grisáceos y claros

indican falta de materia orgánica y mayor presencia de sales por lo que son poco fértiles.

Textura:

Esta propiedad, determina la distribución de las partículas minerales según su tamaño, no varía según las condiciones climáticas, y permite conocer las características hídricas de los suelos: por ejemplo, cuanto mayor es el tamaño de las partículas más rápida es la infiltración y menor es el agua retenida por los suelos.

La textura de un suelo se representa de acuerdo a la proporción de arcilla, limo, o arena que éste tenga. La arcilla presenta las partículas más pequeñas con un diámetro inferior a los 0,002 mm., las partículas de limo tienen un diámetro entre 0,002 mm. y 0,005 mm., y una partícula de arena tiene un diámetro entre los 0,005 y 2 mm., de diámetro. Según la mayor o menor proporción de cada una de estas partículas se definen los diferentes tipos de suelos.

Esto se puede explicar en el gráfico de texturas de suelo, descrito a continuación:

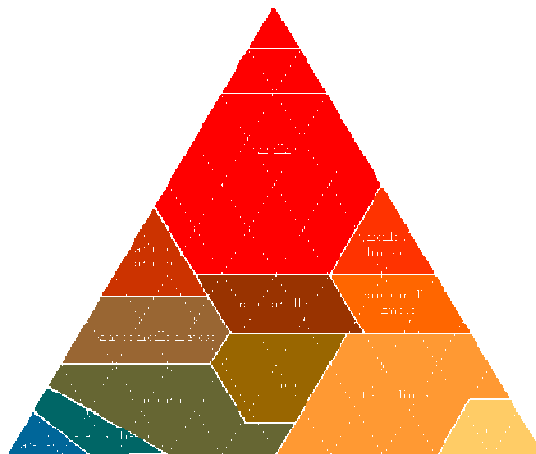


Figura. I.7. Texturas del suelo

Fuente: <http://edafologia.ugr.es/IntroEda/tema04/imagenes/diagtext>.

Salinidad:

Un suelo es salino si tiene una cantidad excesiva de determinadas sales (cloruros, sulfatos, etc.). En climas húmedos, donde llueve mucho, es raro que haya suelos salinos, puesto que las sales son lavadas en profundidad y no afectan a la zona de las raíces. En climas secos, son más típicos, ya que no existen esas lluvias abundantes que arrastren las sales.

pH:

Es una medida de la concentración de hidrógeno expresado en términos logarítmicos. Un pH entre 6 y 7 es generalmente considerado adecuado en la agricultura.

Acidez:

Se determina por medio del pH y su exceso en el suelo provoca la reducción del crecimiento de las plantas, ocasionando disminución de la disponibilidad de algunos nutrientes como calcio, magnesio y potasio.

- Cantidad de Materia Orgánica (MO):

La materia orgánica del suelo representa la acumulación de las plantas destruidas y resintetizadas parcialmente y de los residuos animales, se divide en dos grandes grupos:

- ❖ Los tejidos originales y sus equivalentes más o menos descompuestos.
- ❖ El humus, que es considerado como el producto final de descomposición de la materia orgánica.
- ❖ Consistencia:

Es la resistencia del suelo a la deformación o ruptura del mismo. Dentro de su clasificación éste puede ser suelto, suave, duro, muy duro, etc.

2.4.1.e.2 *Uso Actual del Suelo*

Es cualquier tipo de utilización humana en un terreno, incluido el subsuelo.

2.4.2 Factores Bióticos

Dentro de cada ecosistema se encuentra, una gran variedad de especies de animales y plantas. La clasificación de este factor es la siguiente:

2.4.2.a Zonas de Vida

Son áreas con condiciones ambientales similares, con respecto a parámetros como: temperatura, precipitación, humedad y evapotranspiración (Ver Figura I.8).

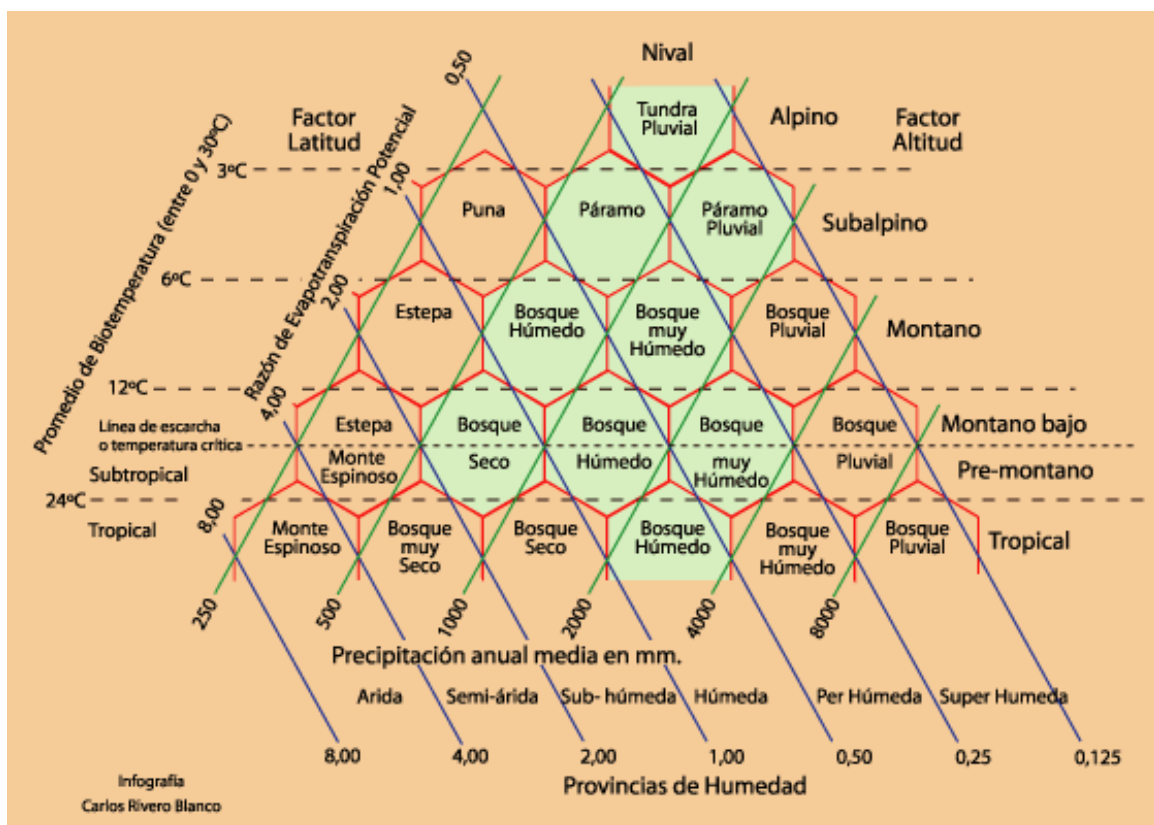


Figura. I.8. Zonas de Vida

Fuente: HOLDRIDGE

2.4.2.b Flora

Es el conjunto de especies vegetales que forman parte de una región geográfica; las cuales, de acuerdo a sus características, abundancia y períodos de floración, identifican el período geológico y ecosistema al que pertenecen.

Factores ambientales como la humedad, temperatura y otros, son determinantes al momento de distinguir la distribución y tipo de vegetación existente en una zona.

2.4.2.c Fauna

Es la distribución de las especies en el planeta y su desarrollo depende de varios factores ambientales como temperatura y disponibilidad de agua. Entre éstos sobresalen las relaciones posibles de competencia o depredación entre las especies.

Los animales suelen ser muy sensibles a las perturbaciones que alteran su hábitat; por ello, un cambio en la fauna de un ecosistema indica una alteración en uno o varios de los factores de éste.

2.4.3 Factores Socio Económicos Culturales

Desde tiempos remotos el hombre ha intervenido en la naturaleza con la finalidad de dominarla y explotarla. El medio, es el espacio físico donde se

desarrolla la sociedad y donde se llevan a cabo las relaciones entre ellas. Existe una relación recíproca entre la sociedad y la naturaleza, basándose en dos hechos principales:

- ✓ Acciones que el hombre realiza y que inciden en la naturaleza.
- ✓ Efectos ecológicos que se generan en la naturaleza y que influyen en la sociedad humana.

Uno de los acontecimientos importantes que experimenta la humanidad en la actualidad es el crecimiento demográfico acelerado, siendo éste un factor determinante para la disponibilidad y calidad de los recursos naturales y el equilibrio de los ecosistemas.

La mayoría de teorías económicas en la actualidad sostienen que se puede dar un crecimiento económico sin destruir los recursos, acercándose a la idea de desarrollo sustentable.

Existen cuatro factores importantes para llegar al objetivo deseado:

- ✓ Conservación
- ✓ Aprovechamiento
- ✓ Desarrollo
- ✓ Regeneración de los recursos naturales

En los últimos años, ha surgido una especie de “ambientalismo economicista”, el cual ve en el ambiente una fuente de ganancias, riqueza, crecimiento y estabilidad, de esta manera las empresas comienzan a producir programas, usar tecnologías, consumir bienes y servicios con orientaciones ecologistas.

2.4.3.1 Población

Es la cantidad de individuos existentes en un determinado espacio geográfico. Términos relacionados con este factor, son: densidad poblacional, tasa de crecimiento poblacional, migración y pobreza.

2.4.3.2 Salud

Es uno de los temas indispensables de abordar en una sociedad, en donde el bienestar físico, mental y social, en armonía con el medio ambiente, constituye la base para el desarrollo de una región. Dentro de salud se analizan parámetros, como: esperanza de vida y tasa de mortalidad.

2.4.3.3 Educación

La educación y el conocimiento permiten el desarrollo económico y social de los países al igual que la integración del individuo a la sociedad lo cual trae consigo el incremento de oportunidades para una mejor calidad de vida. Una de las premisas básicas de la igualdad de oportunidades en la sociedad es el

acceso a la educación, ya que ésta debe estar abierta a todos los ciudadanos de una región o del país entero.

2.4.3.4 Infraestructura

Se considera como infraestructura a las obras o intervenciones antrópicas realizadas sobre un territorio para acceder a él y mostrar su potencial de desarrollo. Las primeras obras son aquellas de supervivencia, como: agua y vivienda; para después continuar con las vías de acceso que permitan ampliar el área de influencia de la actividad humana y tecnologías más avanzadas para generar energía y permitir la comunicación a larga distancia.

2.4.3.5 Paisaje

Se define por sus formas naturales o antrópicas y se encuentra compuesto por elementos que interactúan entre sí, estos elementos son bióticos, abióticos y acciones humanas.

2.4.3.6 Capital Social

Se refiere al valor intrínseco o colectivo de las sociedades que involucra un conjunto de virtudes humanas, como: solidaridad, confianza, conciencia cívica, ética, cooperación, entre otros valores predominantes en la sociedad, con el

objetivo de establecer normas y vínculos de reciprocidad que permitan fomentar el trabajo conjunto entre las comunidades.

A lo largo de los años el ser humano y las sociedades en general, se han dado cuenta que para lograr un desarrollo económico no sólo es importante preocuparse por cuánto se produce, cuánto se compra o vende, sino que también es necesario el apoyo y trabajo en conjunto de todas las personas que conforman desde una comunidad o pueblo, hasta una nación o estado, permitiendo así un desarrollo sostenido, participativo y equitativo.

2.4.3.7 Tenencia de Tierra

Es un conjunto de normas que regulan el acceso, adquisición, uso, control y transferencia de la tierra, determinando bajo qué condiciones se tiene una propiedad.

2.4.3.8 Actividades Económicas

Son acciones que realiza el hombre para obtener, transformar e intercambiar recursos que le ofrece la naturaleza. Además establecen el grado de desarrollo y definen las formas de vida de cada país.

2.5. Geoinformación Integrada por Paisajes

2.5.1. Dinámica y Funcionamiento de la Cuenca

La actual distribución de los paisajes y sus componentes físicos, bióticos y socioeconómicos, obedecen a procesos ecológicos que han sucedido a través de tiempos geológicos, en forma simultánea o sucesivamente a diversas escalas de tiempo y espacio.

Con el propósito de entender y comprender por un lado el funcionamiento de la Subcuenca del Río Patate y, por otro, conocer como se interrelacionan e interactúan los componentes de los paisajes, es importante analizar los factores endogenéticos y exogenéticos que constituyen los pilares fundamentales para la formación de los territorios y desarrollo de los espacios geográficos.

2.5.2. Factores Endogenéticos

El marco geotectónico del país está controlado por la subducción de la Placa de Nazca bajo la Placa Sudamericana. En la línea de contacto, aproximadamente entre lo que hoy es Sierra y Costa, durante el Cretácico se edificaron pre-cordilleras, semi-emergidas, como consecuencia de una fuerte actividad volcánica en superficie y submarina, con lavas básicas como basaltos, doleritas, diabasas, piroxenitas localmente en pillow-lavas asociadas con depósitos sedimentarios (Winckell, 1982). En esta época debió producirse

la primera emergencia de lo que hoy constituyen Los Andes, en cambio, hacia el Este, en la cuenca amazónica se produjo una sedimentación de tipo plataforma, detrítica y localmente carbonatada (conglomerados, areniscas, arcillas y calizas).

Durante el Eoceno, comienza el levantamiento de la parte occidental de la Cordillera de Los Andes; su ladera oriental constituida por materiales metamórficos, presenta en su parte inferior un cabalgamiento hacia el Este, encima de los sedimentos Cretácicos y localmente Terciarios, lo que originó la zona de escamas en la parte subandina (Winckell, 1982). En esta época, numerosos batolitos intrusivos se introdujeron a lo largo de las dos cordilleras, en proceso de formación.

En el Mio-Plioceno, el paroxismo geológico se manifiesta por un nuevo empuje vertical acompañado por una intensa actividad sísmica que provoca fracturamientos y hundimientos y, una intensa actividad volcánica. La edificación de las dos cordilleras continúa durante el Terciario y se acompaña con la individualización de las grandes cuencas interandinas, geológicamente identificadas como fosas tectónicas. El geosinclinal oriental cuyo plegamiento había ya empezado, sobresale dando lugar a la formación de las cordilleras subandinas y a los relieves del frente de empuje (Almeida G., Sourdat M., 1982).

2.5.3. Factores Exogenéticos

Según, Almeida G. y Sourdat M., 1982, la geodinámica externa está definida por los siguientes factores: inestabilidad tectónica, reflejada en los sismos, en la densa distribución (zonas montañosas) y en fallas geológicas muchas de ellas activas; inestabilidad climática, caracterizada por la alternancia de períodos húmedos y secos, fríos o cálidos; vulcanismo, de tipo explosivo al Norte y efusivo al Sur, que además de edificar grandes construcciones volcánicas, contribuyó a rellenar las cuencas interandinas y cubrir gran parte de la sierra, el piedemonte costero y parte de la amazonía con materiales piroclásticos; y, los períodos glaciales (los glaciares llegaron hasta los 3000 y 3500 msnm, según la zona) e interglaciales.

La humedad atmosférica, precipitaciones y temperaturas, jugaron un papel preponderante en la meteorización física y química de las rocas; es así que, los batolitos intrusivos, forman una potente capa de arenas (arenización), donde la erosión fluvial elaboró grandes rasgos de disección del relieve.

Por otro lado, la influencia altitudinal de los flancos de la cordillera oriental, ha incidido y marcado una serie de dominios que abarcan desde procesos morfoclimáticos típicos de clima tropical húmedo en las partes bajas, templados en las vertientes medias y, periglaciares y glaciares en los sectores más altos. (Ver Mapa 3. Geomorfológico)

2.5.4. La Ecología del Paisaje

La ecología de paisaje integra explícitamente naturaleza y población, por lo tanto es el estudio de las interacciones entre los aspectos temporales y espaciales del paisaje y sus componentes de flora, fauna y culturales. La Ecología de paisaje toma en cuenta que los sistemas naturales soportan usos humanos, por lo que es importante resaltar los valores naturales y, además, señalar los usos que hacen los seres humanos de ellos. (Forman, 1983).

Se centra en:

- 1.- Las relaciones espaciales entre elementos del paisaje o ecosistemas.
- 2.- Los flujos de energía, nutrientes minerales y especies entre los elementos.
- 3.- La dinámica ecológica del mosaico paisajístico a lo largo del tiempo.

Para otros estudiosos como Conesa Fernández-Vitora V. (1997), lo conciben al paisaje como un conjunto de fenómenos naturales y culturales referidos a un territorio, con una estructura ordenada no reductible a la suma de sus partes, sino, como un sistema de relaciones donde los procesos se encuentran encadenados.

Con base a lo citado, las actividades desarrolladas por el hombre en cualquier medio físico geográfico, ya sean éstas en forma directa o indirecta, repercuten en la calidad de los ecosistemas, esto, incluso si las actuaciones afectan aparentemente solo a un determinado recurso. Esta premisa se sustenta en el

hecho de que, todos los elementos que forman el paisaje, como son las rocas, suelos, relieve, flora, fauna, actividades antrópicas, entre otros, se interrelacionan e interactúan entre sí, formando un sistema en el cual los procesos ecológicos dependen unos de otros y si, por ejemplo, se produce una sobre explotación de un determinado recurso, la integridad ecológica del o los ecosistemas, se verían afectados.

Sin embargo, para una integración sistémica, la diferenciación del paisaje debe basarse en las relaciones de interacción funcional de las estructuras vertical y horizontal en tiempo y espacio, a partir de lo cual, la diferenciación del paisaje constituye una expresión dinámica, funcional, operativa y sistémica del mismo, con lo cual, se tiene una base conceptual más sólida, para lograr la sustentabilidad del desarrollo.

2.6. Manejo de Cuencas Hidrográficas

El manejo de cuencas hidrográficas es un proceso de planificación que involucra temas de gestión ambiental, ordenamiento territorial, desarrollo regional y en general acciones orientadas al mejoramiento de la calidad de vida de la población de una cuenca.

2.6.1. Utilización de herramientas SIG orientado al manejo de cuencas

El conjunto de datos que se originan con el análisis de los recursos y factores que intervienen en la cuenca hidrográfica, pueden ser almacenados y representados en los SIG, permitiendo la espacialización de los mismos, teniendo como resultado final los mapas en los cuales se encuentra la información detallada de cada uno de los parámetros de la zona de estudio.

Los datos obtenidos en una cuenca hidrográfica son de dos tipos: aquellos recopilados en campo, y los derivados de la percepción remota, que también son verificados en campo. Estos datos pueden ser manipulados conforme varíen las características en cada sector.

Mediante los SIG se puede relacionar en forma coherente y sistemática los datos de localización de los recursos, con sus características cuantitativas y cualitativas, ofreciendo una visión integral y territorial de los datos, lo cual permite mejorar las técnicas analíticas, estadísticas y geoestadísticas

2.6.2. Geoprocesamiento

El geoprocesamiento es un conjunto de operaciones de análisis y comandos interactivos, utilizando mapas que actúan como una pila cuyo fin es procesar decisiones de tipo espacial (TOMLIN, 1990 et al DEMERS, 1997). La realidad esta representada en mapas (Ver Figura I.8).

Geoprocesamiento "se refiere a la utilización de las funciones de análisis de un sistema de información geográfica bajo una secuencia lógica de tal manera que se puedan resolver problemas espaciales complejos" (IGAC, 1995).

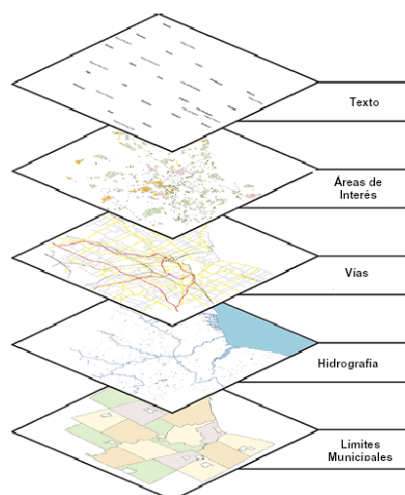


Figura. I.9. Sobreposición de mapas

Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)

Como producto del geoprocesamiento se obtienen una serie de objetos geográficos de diferentes características (puntos, líneas, polígonos), relacionadas entre si por vecindad.

Esta relación debe tener coherencia geométrica con el fin de garantizar la integridad de los objetos geográficos y los resultados.

Tabla. I.3. Operaciones topológicas

Capa		Capa Información A		
Información B	Puntos	Líneas	Polígonos	
Puntos	Coincidencia de Puntos	Punto en Línea	Punto en Polígono	
Líneas		Intersección de líneas	Línea en Polígono	
Polígonos			Superposición de polígonos	

Fuente. (Bosque, 1992)

2.7 ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

2.7.1 Zonificación Ecológica Económica (ZEE)

Es una planificación que se realiza para determinar el uso sostenible de la tierra en base a parámetros bióticos, físicos, socioeconómicos y culturales; identificando así las limitaciones y potencialidades de la zona de estudio.

La ZEE brinda información que sirve para tomar decisiones en cuanto a los usos del territorio, que beneficie a las comunidades y gobiernos locales que, tomando en cuenta las necesidades de la población y su armonía con el medio ambiente, puedan decidir sobre el futuro de las tierras.

Identificar áreas con problemas o necesidades especiales que puedan necesitar protección o conservación.

Identificar áreas donde se puedan introducir nuevos usos (agropecuario, minero, forestal, ecoturismo, pesca, etc.) mediante la implantación de programas, servicios e incentivos financieros.

Concienciar a la población sobre el uso adecuado del territorio, evitando así conflictos sociales y daños ambientales.

Orientar la formulación, aprobación y aplicación de políticas nacionales, sectoriales, regionales y locales, sobre el uso sostenible de los recursos naturales y del territorio.

Fortalecer el desarrollo económico del territorio para que se incremente la inversión.

Tener una base técnica ambiental para el desarrollo de la investigación científica y tecnológica y que ayude a mejorar la infraestructura económica y social.

2.7.1.a Características de la ZEE

Una ZEE comprende un período de 5 a 25 años, es aplicable para todo tipo de escalas pero se la realiza principalmente en áreas extensas como cuencas de grandes ríos y regiones fisiográficas que soportan una importante población humana y tiene un gran número de beneficiarios.

2.7.1.b Tipos de ZEE

Los tipos de ZEE son los siguientes:

- ✚ Macrozonificación (escala $\leq 1:250000$)
- ✚ Mesozonificación (escala $\leq 1:100000$)
- ✚ Microzonificación (escala $\leq 1:25000$)

Todos estos tipos de ZEE son orientados a la elaboración, aprobación y promoción de proyectos de desarrollo, planes de manejo en áreas y temas específicos en el ámbito local. Además, contribuyen al ordenamiento y acondicionamiento territorial, así como al desarrollo urbano.

2.7.1.c Capacidad de Uso del Suelo

Es una zonificación que se realiza en base a la geomorfología, características físicas y químicas del suelo, y datos del clima; en los que se determinan unidades o clasificaciones dependiendo de las ventajas y limitaciones del suelo.

2.7.1.d Uso Potencial

Es un análisis que se realiza en base a factores físicos, bióticos, sociales y económicos de la zona de estudio, en donde se busca optimizar el uso de las tierras, sin perjudicar al medio ambiente y beneficiando a toda su población.

2.7.1.e Síntesis Socioeconómica

Es el nivel de infraestructura que posee cada una de las poblaciones dentro de una cuenca hidrográfica, y se toman en cuenta ciertas unidades de valoración descritas a continuación:

2.7.1.e.1 Valor productivo

Mayor aptitud para actividades productivas (agropecuarios, forestales, industriales, pesqueros, mineras, turísticas, entre otras).

2.7.1.e.2 Valor histórico cultural

Estrategia especial por fuerte incidencia de usos ancestrales, históricos y culturales.

2.7.1.e.3 Aptitud urbana e industrial

Condiciones para el desarrollo urbano y para la infraestructura industrial.

2.7.2 Caudal Ecológico

Las diferentes actividades humanas que se realizan a lo largo de un río o fuente de agua producen un impacto negativo en el estado físico y químico de ésta. Actividades industriales, ganaderas, agrícolas, construcción de presas hidráulicas, entre otras, pueden contribuir a la contaminación de fuentes de agua superficiales como los ríos, y aguas subterráneas como acuíferos.

El término caudal ecológico se refiere al caudal mínimo necesario para el mantenimiento de los hábitat naturales importantes en la conservación de la flora y fauna, preservación del paisaje y la purificación natural del agua; es decir que, a mas de aprovechar el agua para el consumo humano u otras actividades ya antes mencionadas, es necesario mantener fijo un caudal que permita conservar la biodiversidad y las funciones ambientales.

2.8. Impacto Ambiental

Es el efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos. Dicha acción es motivada por la consecución de diversos fines, provocando efectos colaterales ya sean positivos o negativos sobre el medio natural o social.

2.9. Plan de Manejo Ambiental

Los planes de manejo, son un instrumento de orientación y planificación, que buscan una adecuada gestión de los recursos naturales y satisfacer las necesidades de las poblaciones mediante el aprovechamiento sostenible de los mismos.

A través de los planes de manejo se proponen diferentes proyectos orientados a originar planes de conservación, investigación y educación ambiental, que representan soluciones a los diferentes problemas ambientales, sociales, económicos, administrativos, entre otros, presentes en un área determinada. Además, ofrecen capacitación e incentivos que permitan a la población conocer que ocurre en su medio.

CAPITULO II

METODOLOGÍA

3.1 Introducción

La metodología de investigación, explica y detalla procedimientos que se han llevado a cabo durante la ejecución del desarrollo del proyecto; involucra procesos basados en fuentes bibliográficas y conocimientos adquiridos, que hacen posible analizar y validar los datos obtenidos en la subcuenca del Río Patate

En el estudio se empleó el método descriptivo, el mismo que se apoyo con las técnicas cartográficas, procesos de interpretación visual, mediante imágenes satelitales y paquetes de tecnologías de información geográfica y comprobación en campo (observación directa), permitiendo obtener un mayor conocimiento del grado de conservación de la subcuenca.

3.2. Procesos

3.2.1. Recopilación de Información

Recopilación de cartografía base, mapas temáticos, Imágenes satelitales, datos socioeconómicos, bibliografía, otros.

a) *Recopilación de la información*

Se recopiló la información de las diferentes instituciones públicas así como privadas

Definidas las variables a analizar y planteados los objetivos a cumplir en el trabajo, se buscaron las fuentes de información más confiables para este tipo de estudio y así obtener los resultados esperados.

La información bibliográfica fue recopilada en el SENAGUA, INAR y la Universidad Técnica de Cotopaxi, la cuál clasificó y jerarquizó según los temas a desarrollar.

Los datos sobre precipitación en Latacunga y Ambato, vientos máximos mensuales, estaciones meteorológicas e hidrológicas, fueron proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – INAMHI correspondiente a los años 1990-2005.

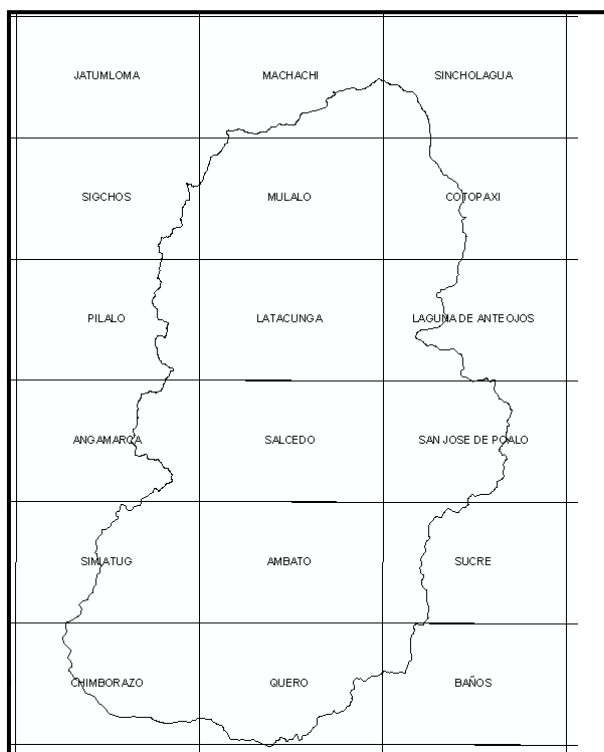
La delimitación del área de estudio fue realizada en base de la información temática proporcionada por el CLIRSEN, información que sirvió también para establecer la escala de trabajo de 1:100.000.

En lo relacionado con las curvas de nivel, ríos y mapa base en general, se recopilaron las cartas topográficas en escala 1:50.000 publicadas por el Instituto Geográfico Militar – IGM, facultado oficialmente de la base cartográfica del Ecuador. Además se incluye el SRTM de 90 metros.

La información cartográfica, que se obtuvo en formato analógico del Instituto Geográfico Militar, para la subcuenca del Río Patate, equivale a 15 cartas topográficas, las mismas que se detallan a continuación:

- Machachi
- Sincholagua
- Sigchos
- Mulaló
- Cotopaxi
- Pilaló
- Latacunga
- Laguna de Antejos
- Angamarca
- Salcedo
- San José de Poaló
- Simiatuc
- Ambato
- Sucre
- Chimborazo
- Quero

- Baños



Fuente: INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR
Escala 1:50.000

Se utilizaron 5 imágenes satelitales del sensor ASTER del satélite TERRA, debido a que este sensor cubre un amplio rango espectral y posee una alta resolución espacial, las imágenes utilizadas tienen 3 sistemas divididos de la siguiente manera, con una resolución de 15 metros el sistema VNIR, 30 metros en SWIR y 90 metros en el TIR.

Para la interpretación se utilizó imágenes de los años 2004 al 2007, las bandas que se utilizarán serán: 1, 2, 3 y 4, a continuación se detalla las características espectrales de cada banda utilizada.

Características espectrales de las imágenes:

Espectro Electromagnético	Tamaño de los píxeles	Longitud de onda
Banda-1: banda verde	15 metros	(0.52-0.60 μ) micras
Banda-2: banda roja	15 metros	(0.63-0.69 μ) micras
Banda-3: infrarrojo cercano	15 metros	(0.78-0.86 μ) micras
Banda-4: infrarrojo medio	30 metros	(1.60-1.70 μ) micras

Las imágenes utilizadas son las siguientes:

Lasso:

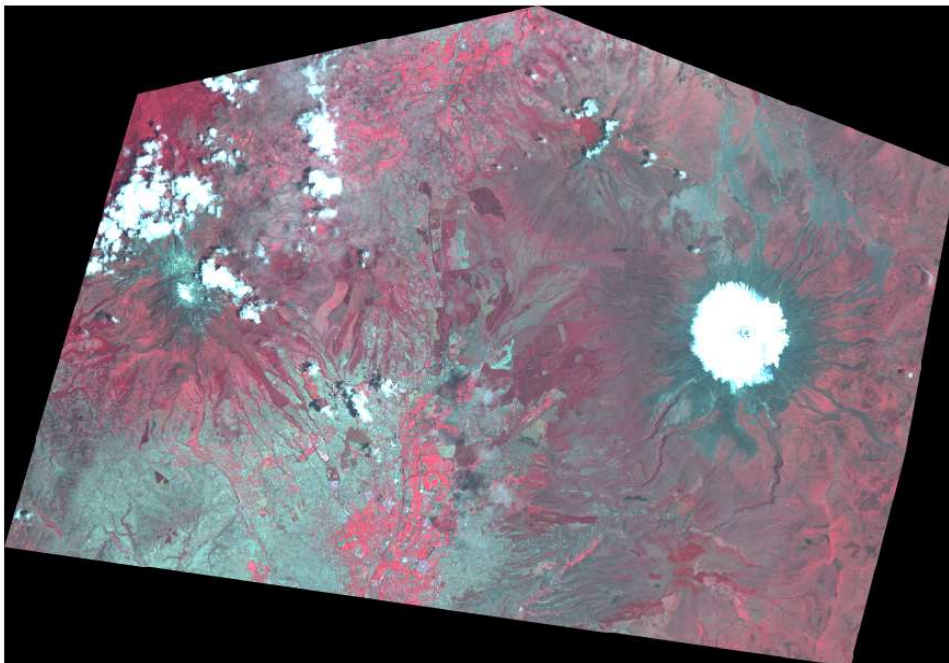


Figura. II.1. Imagen ASTER. Sector Lasso

Fuente: CLIRSEN

Salcedo:

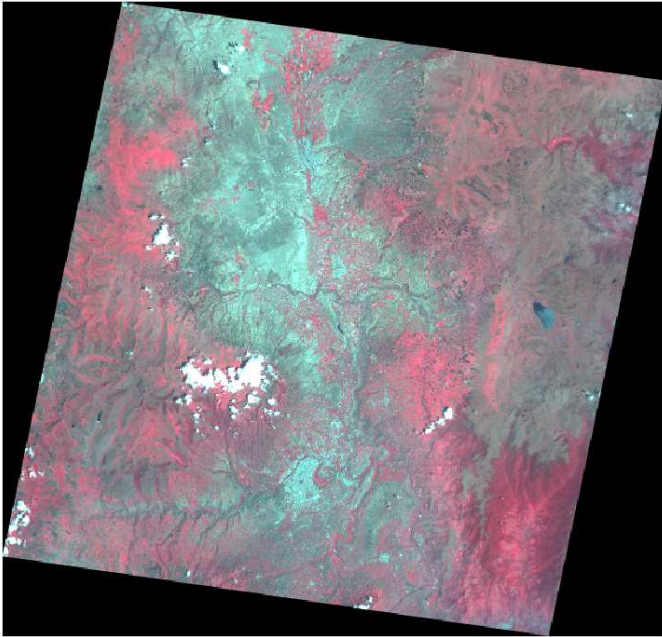


Figura. II.2. Imagen ASTER. Sector Salcedo
Fuente: CLIRSEN

Tungurahua2:

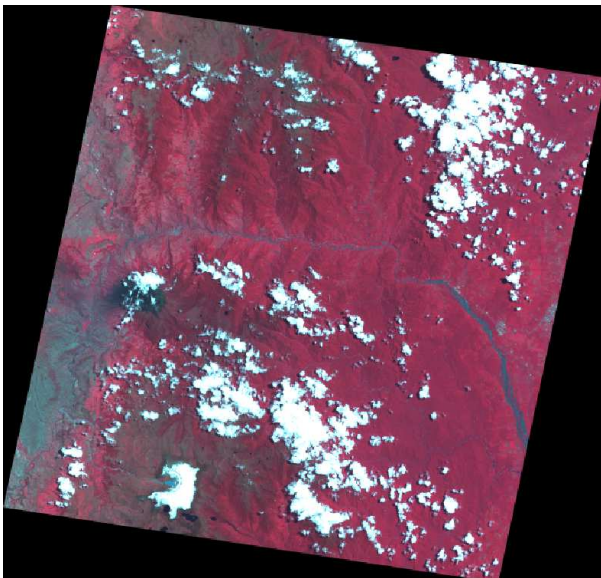


Figura. II.3. Imagen ASTER. Sector Tungurahua
Fuente: CLIRSEN

Rumiñahui-Mejía-Latacunga:

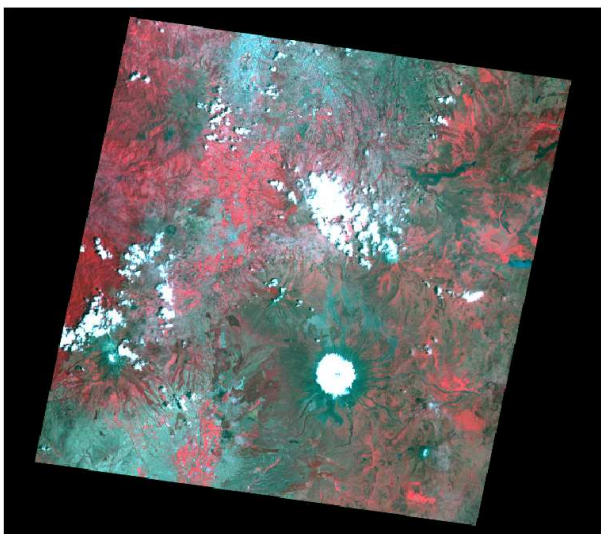


Figura. II.4. Imagen ASTER. Sector Latacunga

Fuente: CLIRSEN

Tungurahua:

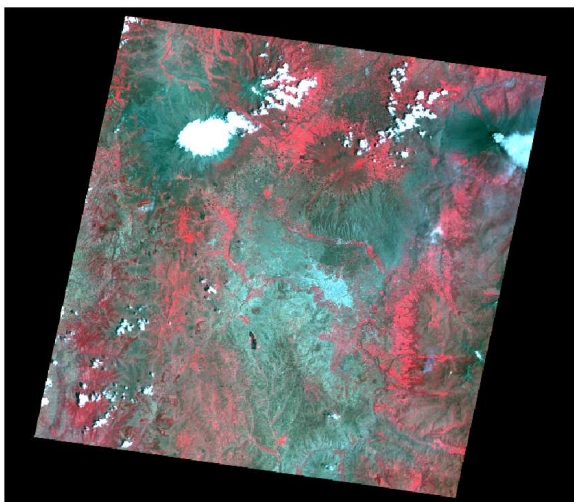


Figura. II.5. Imagen ASTER. Tngurahua

Fuente: CLIRSEN

Mosaico de imágenes Aster, que se utilizó en la Subcuenca del Río Patate

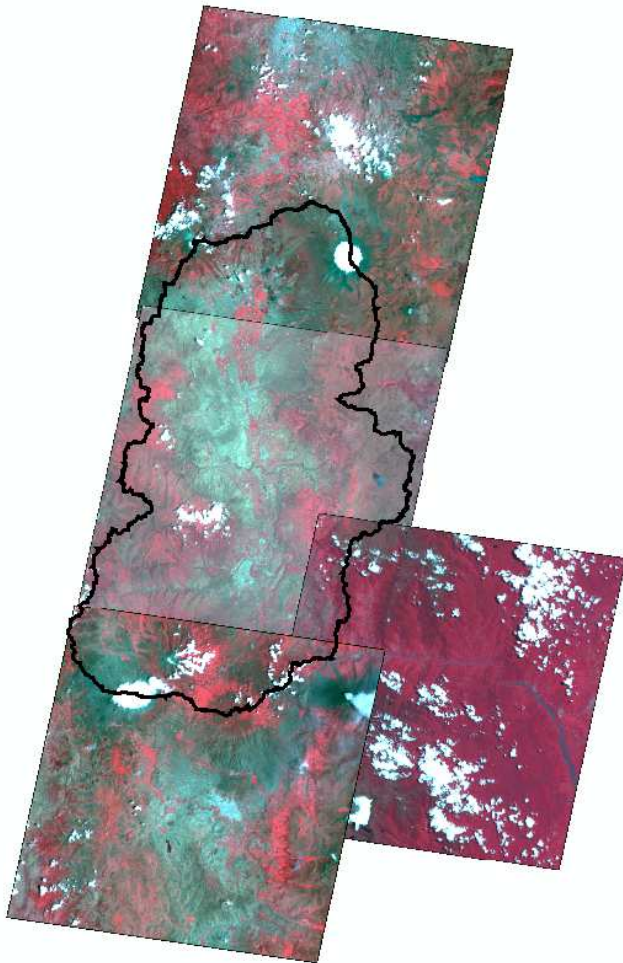


Figura. II.6. Mosaico Imágenes ASTER

Fuente: CLIRSEN

Se recopiló información de los cantones que están al interior de la Subcuenca como son: Latacunga, Pujilí, Salcedo, Saquisilí, Ambato, Cevallos, Mocha, Patate, Quero, Pelileo, Pillaro y Tisaleo, en lo referente a los temas demográfica, socioeconómica, vivienda, educación, migración y pobreza, principalmente proveniente del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos – INEC, información que pertenece al VI Censo de Población y V de Vivienda,

Resultados Definitivos del año 2001 y del Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador - SIISE, versión 4.5.

b) *Análisis y evaluación de los datos recopilados.*

Toda la información recopilada fue estudiada para determinar su utilidad en el trabajo y verificar que cumplan con los requerimientos mínimos para lograr resultados óptimos.

Una vez evaluada, se procedió a realizar la sobreposición de la cartografía base con las imágenes satelitales, para realizar una primera clasificación no supervisada, en cuanto a cobertura vegetal, uso de la tierra y lineamientos generales asociados al suelo, geología y geomorfología.

En lo que tiene que ver con los datos meteorológicos e hidrológicos, se estableció como representativos aquellos que cubran un período de 15 años 1990 – 2005.

c) *Digitalización de los mapas*

Para la digitalización en pantalla de los mapas se utilizó el software ArcGis 9.2, para obtener el mapa digital de polígonos con las unidades cartográficas de la Subcuenca del Río Patate.

El procesamiento de la información de las imágenes satelitales se la realizó en el software Erdas 8.6, mediante una clasificación no supervisada de las imágenes.

d) Trabajo de Campo:

El trabajo de campo fue diseñado con antelación una vez establecidas las variables a analizar, y se lo ejecutó conforme los lineamientos de la observación directa.

Para ello se cuenta con los instrumentos necesarios y adecuados al tema de estudio como son: cartografía base, imágenes de satélite, GPS, y con la clasificación no supervisada se procedió a identificar las unidades cartográficas.

Con estos insumos se realizaron varias salidas de campo, con el fin de realizar un ajuste de las unidades cartográficas por una parte, y corroborar la clasificación realizada en gabinete, por otra.

En el campo se procedió a la toma de puntos GPS, con equipo navegador Garmin Etrex Venture, de precisión +/- 5 metros



Así mismo con la ayuda de fotomapas (diseño de una fotografía o imagen con nombres geográficos, límites y otras características que le permita tener la funcionalidad de un mapa), se realizó la comprobación de elementos con un índice de duda y se identificaron otros que no habían sido contemplados en la supervisión no clasificada.

De igual manera que se procedió a realizar el análisis campo/gabinete, se levantó información desde distintos puntos de vista temáticos en cada unidad cartográfica, información necesaria para realizar la caracterización biofísica de las unidades cartográficas de tierra.

De esta caracterización se obtuvo una matriz de cada UCT y su relación con cada una de las variables biofísicas consideradas.

e) Elaboración mapas e informes finales

El cruzamiento de los mapas y presentación de resultados se basó en cada una de las variables y parámetros elaborados con anterioridad definido: precipitación, suelos, pendiente, uso y cobertura vegetal, cuencas hidrográficas y parámetros socio-económicos.

En este paso fue indispensable el uso de las técnicas cartográficas, los procesadores de imágenes y los sistemas de información geográficas

3.2.2. Estandarización de la Base Cartográfica

Estandarización de la base cartográfica, para espacializar las unidades temáticas:

Una vez recopilada la información de la cartografía base de la zona de estudio (Instituto Geográfico Militar – IGM), se procedió a realizar una validación, homogeneización y estructuración para que los datos sean manejados en el SIG. (Mapa 1. y Mapa 2.)

3.2.3. Análisis del Componente Físico

a) *Reconocimiento de la zona de estudio*

Se realizó un recorrido al interior de la zona de estudio, efectuando paradas y, reconociendo “in situ”, el relieve, rocas, formaciones superficiales, las diferentes formas de vida, los suelos, humedad, entre otros aspectos para el análisis respectivo en base a la interpretación del SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) resolución 90 metros y las imágenes satelitales, así como también para el análisis integrado de los elementos físicos, bióticos y socioeconómicos.

b) *Generación de información del relieve:*

Con la ayuda del Mapa de Paisajes y el SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) resolución 90m, se procede a interpretar en forma integrada, identificando y delimitando las unidades Cartográficas de Paisaje –UCP-, utilizando para ello, cartas topográficas 1:50.000 y los criterios detallados con anterioridad y que se refieren a: formas de relieve, desnivel relativo, forma de las cimas y vertientes, pendiente de laderas y grado de disección.

Durante este proceso, se elaborará una matriz de doble entrada, donde, en el eje de las Y, se anota el código de las UCT, mientras que en el eje de las X, se detallan los siguientes indicadores: morfología, grado de disección, litología, cobertura vegetal, uso, suelos, y capacidad de las tierras.

Para describir algunos de estos indicadores, se utilizará el mapa geológico de abarca la zona de interés. Como resultado del proceso de interpretación integrada.

GEOMORFOLOGÍA

Cuadro 1.

Leyenda Morfología

MORFOLOGÍA		
FORMAS DE MODELADO	FORMAS DE RELIEVE	
Acumulativo	Valles aluviales Terrazas aluviales Conos de deyección Encañonamientos	
Denudativo	Coluvio-aluviales Coluviones	
Tectónico erosivo	Relieves planos a ondulados Relieves colinados muy bajos Relieves colinados bajos Relieves colinados medios Relieves colinados altos Relieves colinados muy altos Relieves montañosos	0 – 5 m. 6 – 20 m. 21 – 50 m. 51 – 100 m. 101 – 200 m. 201 – 300 m. > 301 m.
Glaciar	Valles glaciares	
Volcánico	Edificios volcánicos Flujos de lavas Domos volcánicos Lahares	

Fuente: CLIRSEN
Elaboración: Alumnos UTC

Cuadro 2.

Leyenda Morfometría

MORFOMETRÍA			
GRADO DE DISECTAMIENTO		FORMA DE LA CIMA	
- Sin Disec.	0 - 5%		- Agudas
- Leve	5 - 12%		- Redondeadas
- Suave	12 - 25%		- Planas
- Bajo	25 - 40%		- Inexistentes
- Moderado	40 - 70%		
- Fuerte	70 - 100%		
- Muy fuerte	> - 100%		

Fuente: CLIRSEN
Elaboración: Alumnos UTC

Cuadro 3.
Leyenda Morfodinámica

MORFODINÁMICA (Campo)	
Erosión hídrica:	Movimientos en masa:
Escurrimiento difuso	Deslizamientos
Poco activo o potencial	Derrumbes
Activo	Soliflucción
Muy activo	
Erosión remontante	Poco susceptibles dz
Poco activa	Susceptibles Dz
Activa	Muy susceptibles DZ

Fuente: CLIRSEN
Elaboración: Alumnos UTC

GEOLOGIA

Cuadro 4.
Leyenda Litología

LITOLOGIA
Cangahua: Toba, lapilli de pómez
F. Latacunga: Piedra pómez, toba, aglomerado, fluvio lacustre
F. Pisayambo: Andesita, lava indiferenciada, piroclastos, aglomerados
F. Moraspamba: Lutita, arenisca
F. Yunguilla: Lutita, limolita, grauvaca
Grupo Llanganates: Filita, esquistos, gneis, gneis biotítico
Lavas jóvenes del Chimborazo: Andesita
Lavas antiguas del Chimborazo: Andesita
Lavas del Carihuairazo: Andesita
Piroclásticos del Chimborazo: Basalto y Toba
Rocas basálticas de Punalica: Basalto y toba
V. del Illiniza: Andesita, lava indiferenciada
V. Cotopaxi: Piroclastos, andesita
V. de Chiquicha: Andesita piroxeinca, toba
V. del Huisla: Toba: toba de pómez, andesita
V. del Igualata: Toba: toba de pómez, andesita
V. del Mulmul: Toba: toba de pómez, andesita
V. de Rumiñahui: Toba y diques de Andesita
V. del Sagoatoa: Andesita piroxenica, toba

Fuente: CLIRSEN
Elaboración: Alumnos UTC

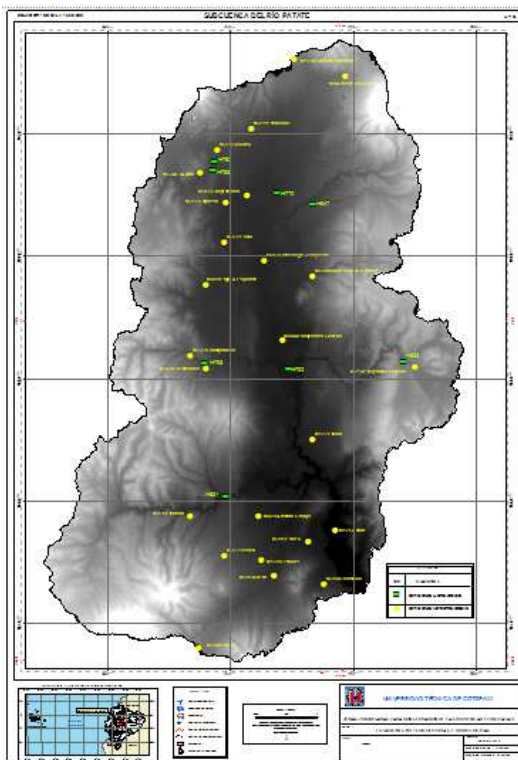
Cuadro 5.

Leyenda Formaciones Superficiales

FORMACIONES SUPERFICIALES
Depósitos aluviales
Depósitos coluviales
Depósitos coluvio-aluviales
Depósitos de escombros
Depósitos laharíticos
Depósitos glaciares
Depósito lagunar

Fuente: CLIRSEN
Elaboración: Alumnos UTC

c) Generación de información relacionada con las características climáticas.



Fuente: INAMHI
Elaboración: Alumnos UTC

Para determinar las características climáticas del área de estudio, se obtiene los siguientes documentos:

- Compilación de información de las estaciones de la red meteorológica del INAMHI y demás Instituciones afines.
- Sobre las cartas topográficas del Instituto Geográfico Militar a escala 1: 50.000 se procedió mediante un SIG a ubicar en coordenadas geográficas y UTM de cada una de las estaciones meteorológicas consideradas en la zona de estudio.
- En base a los datos de los anuarios meteorológicos del INAMHI, se digitó los valores mensuales de los parámetros climáticos medios mensuales y anuales de todos los años con observación hasta el 2005, para cada una de las estaciones meteorológicas.
- En base a las series de registros de funcionamiento (historial) en cada estación, se calcula los promedios mensuales y anuales para cada elemento meteorológico, tomando en cuenta generalmente un periodo de los últimos 25 años

Se calcularon y tomaron en cuenta los siguientes parámetros:

a) Régimen de Precipitación P (mm)

El aporte hídrico para el balance de agua proviene de las precipitaciones. Un análisis de las precipitaciones medias mensual y anual muestra el panorama tanto

de distribución de los periodos con y sin lluvia, como el monto total disponible en el ciclo anual.

b) Régimen de Temperatura Media (°C)

La temperatura es un valor que representa la magnitud de registros de temperaturas obtenidas cada día, durante un periodo de tiempo considerado y se lo obtiene sacando el promedio de las observaciones de 07: 00, 13:00 y 19:00 horas. Se calcularon para las 13 estaciones meteorológicas existentes en la zona de estudio.

c) Temperatura Extremas (°C)

Promedios mensuales de las temperaturas medias mínimas y máximas, así como de temperaturas mínimas y máximas absolutas de las estaciones meteorológicas consideradas para el estudio.

d) Humedad Relativa (%)

La humedad contenida en la atmósfera procede de la continua evaporación que se produce sobre la superficie terrestre, especialmente de las superficies líquidas, así como de la transpiración de las plantas.

e) Nubosidad (octavos)

La observación de nubosidad se efectúa observando la proporción de la bóveda celeste cubierta por nubes y expresado en una escala que va de 0 a 8 octavos.

f) Heliofania (horas/sol)

La heliofanía que se expresa en horas de brillo del sol, se relaciona en forma inversa a la nubosidad, y constituye uno de los parámetros climáticos más escasos del país y en la zona de estudio, solamente se dispone de datos en 8 estaciones meteorológicas.

g) Régimen de Evapotranspiración Potencial ETP (mm)

Así como las precipitaciones mensuales son los aportes de agua, la evapotranspiración potencial (ETP) son los egresos de agua.

Para el cálculo de la ETP se aplicó el método de THORNTHWAITE que utiliza la temperatura media y la latitud en su fórmula, es fácil de computar y ha demostrado su aplicabilidad a las condiciones reinantes en el territorio ecuatoriano (ORSTOM - Francia y Ravelo - FAO).

h) Balance Hidrológico Climático (BHC)

Es el sistema por el cual se comparan los ingresos (precipitaciones) y los egresos (evapotranspiración potencial) mediante un cómputo que incluye como intermediario al suelo con su capacidad máxima de retención de agua y curva de desecación. Se opta por el sistema de Thornwaite y Mather con una capacidad de retención máxima del suelo de 250 mm. en la región interandina y de 300 mm. en la región Amazónica.

Por sobreposición mediante SIG del mapa de isoyetas sobre el mapa de isotermas en función altitudinal, se pudo obtener las siguientes clases de zonas bioclimáticas:

1. Clima Húmedo Sub-Temperado
2. Clima Húmedo Temperado
3. Clima Lluvioso Sub-Temperado
4. Clima Muy Húmedo Sub-Temperado
5. Clima Muy Lluvioso Sub-Temperado
6. Clima Páramo Húmedo
7. Clima Páramo Muy Húmedo (28)
8. Clima Seco Temperado
9. Clima Sub-Húmedo Sub-Temperado
10. Clima Sub-Húmedo Temperado

d) *Comprobaciones en Campo y Reinterpretación*

A partir de las unidades identificadas con base a la interpretación integrada, se obtuvo la información preliminar necesaria para ser comprobada en el campo. La comprobación en campo fue realizada con 3 visitas a la zona de estudio, a partir de la cual se fue corroborando y corrigiendo la información de las UCT, fundamentalmente: la morfología, morfometría, morfodinámica, litología y formaciones superficiales.

Las comprobaciones en campo consistieron en trabajar a lo largo de transectos previamente definidos en gabinete, tomando puntos GPS (coordenadas X, Y y Z), con el fin de ser ubicados correctamente en los sitios de interés y así, poder ratificar o rectificar la información obtenida en gabinete.

En el mapa de Unidades Cartográficas de Tierras definitivo, consta la información Geomorfológica (morfología, morfometría y morfodinámica) y Geológica (litología y formaciones superficiales) y de forma integrada la información de uso y cobertura.

Esta información, se encuentra en formato digital y, enlazados la parte gráfica y alfanumérica, pudiéndose así, generar información analítica o de síntesis, es decir, se puede obtener desde un mapa de pendientes, hasta un mapa geológico-geomorfológico.

3.2.4. Análisis del Componente Biótico

a) Generación de información integrada relacionada con áreas protegidas, áreas naturales sin status legal, uso y cobertura vegetal.

La información cartográfica de la delimitación de las áreas protegidas se recopiló en el Ministerio del Ambiente MAE.

Con respecto al uso y cobertura vegetal una vez generadas las UCT y en base a dichas unidades se procedió a la interpretación integrada de las unidades de uso y cobertura vegetal.

Para la interpretación se utiliza las imágenes de los años 2004 al 2007, del satélite ASTER que posee el CLIRSEN.

3.2.5. Análisis del Componente Socioeconómico

a) Recopilación de información estadística

Se recopila la información a nivel de Cantón: demográfica, socioeconómica, de vivienda, educación, migración y pobreza, principalmente proveniente del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos – INEC, información que pertenece al VI Censo de Población y V de Vivienda, Resultados Definitivos del año 2001 y al Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador - SIISE, versión 4.5.

b) Análisis de información socioeconómica sobre la base del uso actual de las tierras, Censo Agropecuario y datos del SIISE e INEC.

Para el análisis se toma en cuenta principalmente la información estadística y cartográfica a nivel cantonal.

CAPITULO III

RESULTADOS

DESCRIPCION E INTERPRETACION DE UNIDADES TEMATICAS GENERADAS DENTRO DE LA SUBCUENCA

4.1. PAISAJES DE LA SUBCUENCA DEL RIO PATATE

La actual distribución de los paisajes y sus componentes físicos, bióticos y socioeconómicos, obedecen a procesos ecológicos que han sucedido a través de tiempos geológicos, en forma simultánea o sucesivamente a diversas escalas de tiempo y espacio.

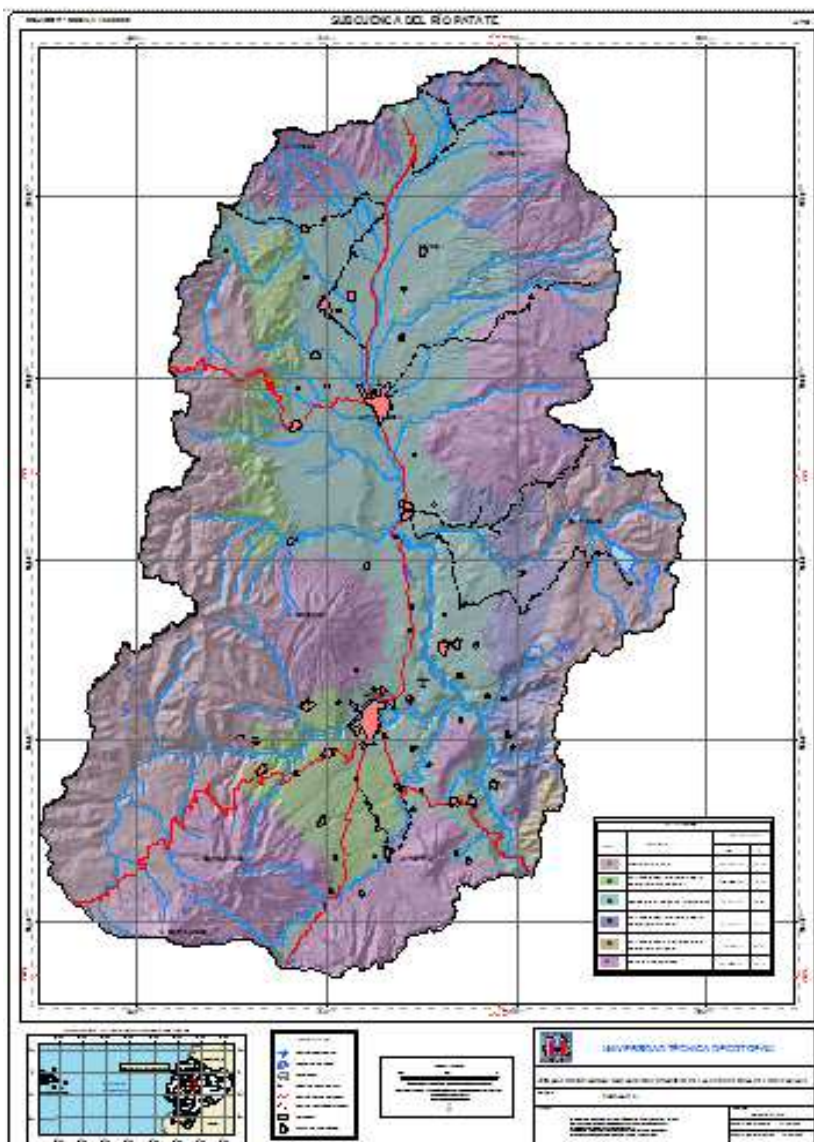
Con el propósito de entender y comprender por un lado el funcionamiento de la Subcuenca del Río Patate y, por otro, conocer como se interrelacionan e interactúan los componentes de los paisajes, es importante analizar los factores endogenéticos y exogenéticos que constituyen los pilares fundamentales para la formación de los territorios y desarrollo de los espacios geográficos.

Se generó información primaria, integrada, actualizada y georeferenciada (Unidades de Paisaje – formato digital *.shp), que será la base para crear conocimiento que aporte en un futuro a una mejor planificación de los sistemas antropizados y naturales al interior de esta subcuenca. (Ver Mapa 4.) En el

Gráfico 4., se visualiza la distribución de los paisajes al interior del territorio de la Subcuenca del Río Patate

Gráfico 4:

Distribución de los paisajes de la Subcuenca del Río Patate



Elaboración: alumnos UTC

4.1.1 PAISAJE SIERRA ALTA Y FRÍA

4.1.1.a Localización

Este paisaje se encuentra entre la cota 3125 y 4510 en las cumbres de las dos Cordilleras, Occidental y Oriental a lo largo de la subcuenca, dentro de un rango altitudinal sobre los 3200 hasta los 4500 o 4750 m.s.n.m.¹, ocupando una superficie de 116.382,20 Ha, que significa el 17.60% de la superficie total de la zona de estudio. (Ver Mapa 6. Paisajes)

4.1.1.b Geología y Geomorfología

Las características físicas de este paisaje, están ligadas a los procesos volcánicos que permitieron la formación de la cordillera de los Andes y que continúan hasta el presente, es así que, este paisaje presenta principalmente afloramientos de rocas, escombros y piroclastos, se compone principalmente de cimas suavemente redondeadas y en algunos casos planas a onduladas, pero en las cuales muchas veces sobresalen afloramientos rocosos, cuyas cimas son agudas (picos). También, es propio de este paisaje la presencia de humedales (hondonadas), que corresponden en la mayoría de los casos a acumulaciones coluviales, donde los suelos son esponjosos, pantanosos y existen pequeños montículos, conocidos como almohadillas. (Alain Winckell, A., 1997)

¹ Dr. ACOSTA-SOLIS, Misael. 1977. Clasificación Geobotánica de las Formaciones Vegetales y Forestales del Ecuador. Quito – Ecuador.

Geológicamente, el paisaje está compuesto por: Formación Pisayambo (Plioceno), localizada en la parte noroccidental y nororiental de la subcuenca, se hallan formados por material piroclástico, principalmente por aglomerados andesíticos, lavas indiferenciadas, piroclastos y aglomerados, las rocas de edad pleistocénica consisten de tobas cafés a blancas de grano medio, con piedra pómez y fragmentos andesíticos, y flujos de andesita basáltica.

En relación a la morfología, fueron identificados principalmente los relieves montañosos (> 301 metros), están localizados en el centro sur, sur y noroeste de la subcuenca; los relieves colinados altos a muy altos (101 – 300 metros) ubicados en el suroeste y centro del área de estudio y los relieves colinados medios a bajos (21 – 100 metros) ocupan un 15% (534,67 Km²) del paisaje Sierra Alta y Fría, situados al sur de la cuenca; el 19% (697,41 Km²) corresponde a otras formas del relieve, entre ellas se puede citar a los coluvio aluviales, coluviones, encañonamientos y vertientes, que se encuentran de forma dispersa al interior de este paisaje.

El grado de disectamiento que se presenta de manera dominante en el paisaje, es el Fuerte a Muy fuerte (70 - > 100%), el mismo que se encuentra principalmente en la parte centro sur de la cuenca y de manera menos representativa al occidente de la misma, seguido por el grado de disectamiento de Fuerte a Moderado (40 – 100%), y Suave a Bajo (12 – 40%), y las zonas Sin disectamiento a Leve (0 – 12%), Bajo a Moderado (25 – 70%), entre otros.

4.1.1.c Clima y Suelos

El clima de este paisaje es generalmente frío y húmedo, pues la humedad relativa es siempre superior al 80%. Sobre los 4600 m.s.n.m., se tiene una temperatura media anual que oscila entre los 2 a 6°C; mientras que a una altitud entre los 3000 a 4000 m.s.n.m. se registran temperaturas entre 6 a 12°C. La precipitación media anual supera los 700 m.m., pues la mayoría de los aguaceros son de larga duración, pero de poca intensidad.

Los suelos son de origen volcánico, de color negro, se caracterizan por tener gran cantidad de materia orgánica, altas tasas de retención de agua y gran permeabilidad, que vuelven a los mismos muy suaves y fáciles de perturbar.

4.1.1.d Uso y Vegetación

El paisaje Sierra Alta y Fría, está conformado en gran parte por el ecosistema de páramo, cuya función principal es la de producir y regular las fuentes hídricas (esponja reguladora), prestando un importante servicio ambiental a las comunidades rurales (uso doméstico, riego, bebedero de animales) y urbanas (uso doméstico, industrial).

Este ecosistema del que dependen directa o indirectamente millones de personas en el país por su importancia ecológica, social y económica, es considerado como un ecosistema estratégico pero a la vez frágil, debido a que el frío es intenso la recuperación de la vegetación es lenta.

Por otro lado, existe el peligro de pérdida de la diversidad de flora en este ecosistema, la misma que ayuda y es de gran importancia dentro del ciclo hidrológico (de acuerdo a su fisonomía, atrapan una mayor o menor cantidad de agua, especialmente cuando se trata de humedad atmosférica - rocío), todo ello debido a que el hombre presiona hacia las partes altas con las actividades agrícolas y ganaderas, también algunas especies de flora han sido usadas tradicionalmente como medicina natural.

4.1.2. PAISAJE ESTRIBACIONES INTERIORES DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL

4.1.2.a. Localización

Las Vertientes Interiores de la Cordillera Occidental, encuentra entre la cota 2714 a 3710 m., comprenden al interior de la subcuenca, una faja longitudinal de norte a sur, alcanzando el límite inferior de las tierras frías a los 3300 – 3400 m., y descienden hasta el contacto con los fondos de cuenca generalmente a los 3200 m. en unos casos y 1800 m. en otros. (Winckell, A., 1997 y Acosta, S., 1971).

Este paisaje en la subcuenca ocupa una superficie total de 384.844 Ha que corresponde al 58,2% del territorio total de la subcuenca. (Ver mapa 6. Paisajes).

4.1.2.b. Geología y Geomorfología

El basamento de este paisaje está constituido por cortezas continentales recubiertas por terrenos sedimentarios y magmáticos de diferentes edades más o menos deformados; estos relieves son relativamente jóvenes, producto del aplastamiento de arcos volcánicos por la colisión de la corteza oceánica y continental (Winckell, A., 1997).

Morfológicamente los modelados son relativamente homogéneos, se trata de relieves fuertemente disectados por una densa red de quebradas, barrancos estrechos y perfil en V, con pendientes dominantes mayores al 100%, generalmente con incisiones densas y profundas.

Durante el Cenozoico un volcanismo de tipo andesítico depositó extensos mantos de lavas, tobas y de aglomerados de los grupos como: Sicalpa, Latacunga y la Formación Pisayambo (Hall y Calle, 1981 en EPN-CLIRSEN-ORSTOM-IPGH, 1988), estos grandes depósitos están constituidos por Cangahua y son los que predominan en las vertientes interiores occidentales, formando una gruesa cobertura de sedimentos volcanoclásticos, producto del magmatismo cuaternario y a la cual se sobreponen discordantemente depósitos terciarios (Noblet et al., 1986 en EPN-CLIRSEN-ORSTOM-IPGH, 1988) moldeando de esta manera una paleotopografía; la Cangahua está compuesta en su mayoría por materiales finos “cenizas, arenas y lapilli” con una composición mineralógica idéntica a las lavas del mismo período.

La Formación Pisayambo le sucede a la anterior en superficie, y está formada por una gruesa y extensa secuencia volcánica, presentando lavas de 10 a 25 m. de

espesor, son horizontales con buzamientos débiles, el espesor total probablemente sobrepasa los 2000 m. (Baldock, 1982) en la mayoría de los casos descansa sobre rocas metamórficas; se cree que esta formación sirvió de plataforma para que se formen los volcanes más modernos, constituye gran parte de las tierras altas tanto Este como al Oeste de Ambato.

Es importante que se diferencie las vertientes interandinas inferiores que se ubican en continuidad topográfica de las anteriores y son éstas las que entran en contacto con los pisos de las cuencas; presentan relieves generalmente más suaves que las vertientes superiores, dominando los modelados de disección en jirones y rellenos (Winckell, 1997). Además esta estratificación se evidencia en el orden climático, mientras las vertientes superiores son frías y húmedas, las inferiores gozan de cierto abrigo, pero resulta difícil diferenciarlas en el orden geomorfológico ya que algunas formaciones litológicas afloran en la totalidad de las vertientes interiores.

4.1.2.c Clima y Suelos

En cuanto al clima, en esta zona predomina el Sub-Húmedo Templado y Húmedo Sub Templado. Se extiende en áreas relativamente grandes a lo largo del Callejón Interandino, formando llanuras sub-húmedas que incluyen Pujilí - Salcedo, Píllaro - Pelileo; esta región se localiza entre altitudes de 2000 a 3100 m.s.n.m., la temperatura media anual oscila entre 12 y 18 °C, y la precipitación media anual varía entre los 500 y 1000 mm. la estación seca es muy

heterogénea, comprendida entre los meses de julio a septiembre (Lucero, R., 2008).

Los suelos son negros, poco profundos, arenosos, derivados de materiales piroclásticos, con menos de 30% de arcilla en el primer metro. (Ver mayor información en el Anexo 2.)

4.1.2.d. Uso y Vegetación

Las vertientes interandinas inferiores se caracterizan por la generalización de las asociaciones de cultivos de tipo templado; constituye por excelencia el dominio de los sistemas culturales a base del maíz, asociado con trigo y fréjol, y a los cultivos secundarios como la lenteja, chocho y arveja. Los pastos siguen estando presentes pero en menor extensión que en las zonas superiores más húmedas. Las vertientes que caen a la Latacunga demuestran esta estratificación vertical.

4.1.3. PAISAJE FONDO DE CUENCA INTERANDINA

4.1.3.a. Localización

Los paisajes de los fondos se encuentran entre la cota 1987 y 3878 m. y ocupan al interior de la Subcuenca del Río Patate 12.875 Ha que corresponde al 1,94% de la superficie total de la subcuenca. Se encuentran entre las dos cordilleras formando una depresión interandina, distribuidos en una faja longitudinal o alargada limitada por fallas que va de sentido norte a sur y de forma continua esta

faja avanza hasta Pelileo, Patate y cerca de Baños donde es interrumpida o separada de sus vecinas del norte por el nudo formado por edificios volcánicos coalescentes como el Huisla e Igualata y por un volcán reciente el Tungurahua, que acentúan más la impresión de fragmentación de éstas; dejando un estrecho cordón que nuevamente tiende a abrirse a medida que se acerca a Riobamba y continua hasta el Chambo.

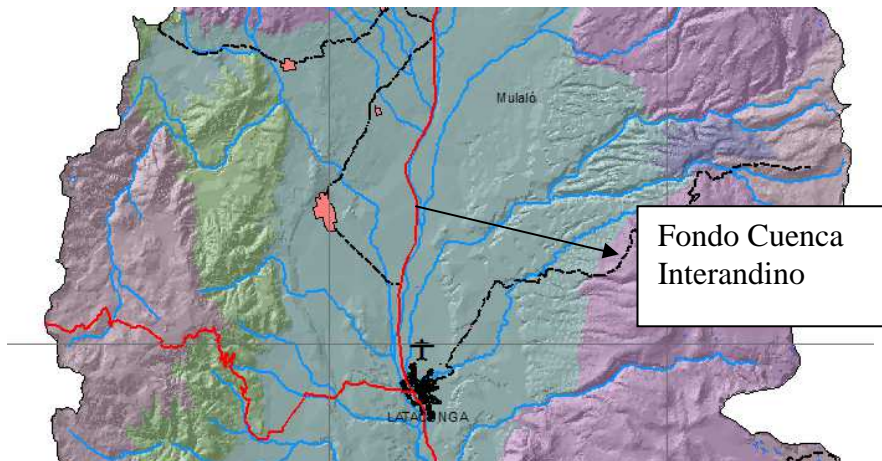
4.1.3.b. Geología y Geomorfología

Es muy probable que la depresión interandina es en su totalidad un graben, compuesto de diversos bloques en distintas etapas tectónicas (Hall, M., 1977). En el Gráfico 5. se puede apreciar el fondo de cuenca interandino al interior de la Cuenca.

Las altitudes de los fondos de cuenca son de origen estructural mientras que de los relieves de las estribaciones son de origen climático, los límites de los fondos de cuenca provienen de la interacción de dos fenómenos inversos, la amplitud del hundimiento tectónico de los pisos y el espesor del relleno posterior de los depósitos volcano-sedimentarios, pudiendo tener altitudes variables como 2800 m. por Riobamba, pero más de 3000 m. arriba de la Latacunga; los límites inferiores dependen del encajonamiento de la red fluvial normalmente comprendidas entre 2200 y 2400 m.

Gráfico 5.

Fondo de Cuenca Interandino



Elaboración: Alumnos UTC

Las Formaciones más importantes en este paisaje son: Formación Latacunga, que se encuentra en la depresión Latacunga – Ambato, esta formación consiste en un aglutinado tobáceo no consolidado y material volcánico con una matriz pelítica, representados por pedazos de piedra pómez de dimensiones variables y por material polvoroso (Hoffstetter, 1977). La piedra pómez se presenta en pedazos con estructura fluidal porosa, con partículas de cuarzo, magnetita y fenocristales.

El segundo grupo más representativo es la Cangahua, es un depósito que puede considerarse como una toba volcánica y partículas finas también volcánicas como, plagioclasas, hornablenda, augita, biotita y a veces cuarzo, es decir todos los elementos mineralógicos de las andesitas que constituyen los productos volcánicos de la región, estos depósitos los podemos encontrar en varias partes del Paisaje Sierra Alta y Fría, así como en las Etribaciones Interiores Occidentales y con menor frecuencia en los Fondos de Cuenca.

Generalmente los glaciares - conos disectados de la vertiente occidental se encuentran entre los 2800 y los 3200 m. Latacunga presenta extensos glaciares muy disectados, la recubren los depósitos de rellenos lacustres, fluviales y torrenciales de la Formación Pleistocena Latacunga y 2600 m. al Sur por Salcedo, pero las partes altas alcanzan los 3400 m. al pie del Cotopaxi. Al oeste y suroeste de Ambato se escalonan entre 2800 y 3200 m. al pie del Carihuirazo y entre 2600 y 3000 m. por Pelileo.

4.1.3.c. Clima y Suelos

Generalmente, los fondos de la subcuenca poseen climas templados y deficitarios en precipitaciones debido a la posición abrigada de estas depresiones. Dependiendo de las zonas climáticas en que se encuentren los fondos de cuenca, y si se toma en cuenta la precipitación y temperatura, éstos pueden ser muy húmedos, húmedos y muy secos a áridos. La humedad relativa del aire varía desde más del 90% en las estaciones expuestas a los aportes de humedad, hasta el 70% en el centro de las cuencas más secas.

El clima que domina este paisaje es el Sub Húmedo Templado se extiende a lo largo del callejón interandino, formando llanuras muy húmedas, considera altitudes entre los 2000 a 3000 m. y una temperatura promedio de 12° a 18° C y la precipitación media anual varía entre los 500 y 1000 mm. La estación lluviosa es de tipo occidental mientras que la seca es heterogénea, en algunos sectores se presenta un clima tipo mediterráneo como en Píllaro, Patate, Paute, etc. (Cañadas, L., 1983).

4.1.3.d. Uso y Vegetación

Este paisaje concentra a casi la totalidad de las ciudades, la mayoría de las poblaciones y las principales explotaciones agrícolas y pecuarias.

4.1.4. PAISAJE EDIFICOS VOLCÁNICOS

4.1.4.a. Localización

Este paisaje se encuentra entre la cota 2775 y 5613 metros, en la subcuenca comprende una superficie de 122.740 Ha correspondientes al 18,57% de la superficie total de la subcuenca, contiene en las dos cordilleras edificios volcánicos correspondientes a edades muy antiguas y recientes. Ver Gráfico.

En la Cordillera Occidental encontramos el volcán Iliniza y muy antiguo el Carihuairazo. Mientras que la Cordillera Oriental presenta los siguientes volcanes: Cotopaxi, Tungurahua, de los cuales todos a excepción de El Altar son edificios volcánicos recientes y activos. (Ver mapa 6. Paisajes)

4.1.4.b. Geología y Geomorfología

Los relieves interandinos deben a los volcanes sus principales características, debido a que éstos contribuyeron para realzar las dos cordilleras submeridianas de una forma significativa. Los volcanes también están presentes en el graben

interandino formando edificios coalescentes llamados nudos que han delimitado regiones con características diferentes. (Winckell. A., 1997)

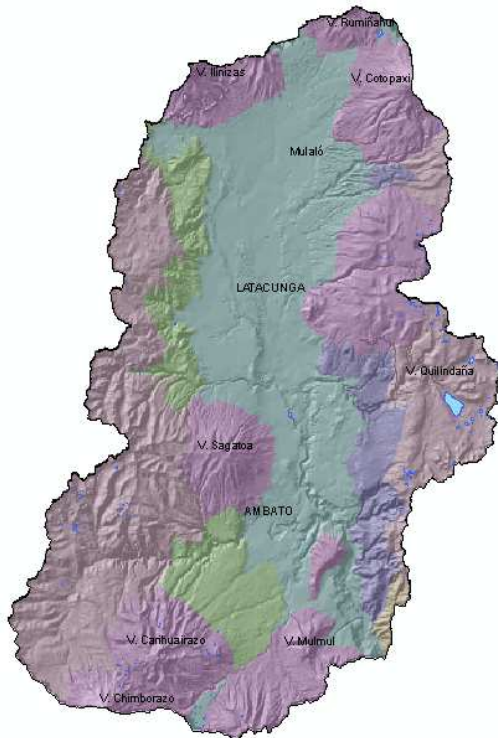
El volcanismo prosigue durante y luego del terciario, precisamente desde el Oligoceno Tardío hace 26 millones de años (I.G.N, 2006), sobre el emplazamiento actual de las cordilleras donde sus productos constituyen el basamento de los Andes septentrionales y centrales y son estos productos volcánicos los que han rellenado por sedimentación las cuencas interandinas, mientras que el volcanismo explosivo es responsable de la construcción de numerosos estrato-volcanes repartidos en las partes norte y centro de la sierra andina. Una síntesis geológica realizada por expertos del DGGM, 1982 mencionan dos etapas: la más antigua conocida como “Volcánicos del Altar” del Pleistoceno y la más reciente “Volcánicos del Cotopaxi” de edad Holocénica. Aunque es incierta la edad del principio del volcanismo moderno en los Andes septentrionales, se cree que empezó durante la época Pliocena - Pleistocénica es decir hace tres o cuatro millones de años (Hall. M., 1977).

En el Valle Interandino de la subcuenca encontramos dos grupos dispersos de volcanes los cuales a veces lo atraviesan enlazando las dos cordilleras y formando nudos como el que contiene los viejos volcanes Igualata, Mulmul, Huisla, que une Ambato, Riobamba y Baños; al noroeste de Ambato encontramos al Sagatoa que se halla en una cuchilla transversal que penetra en la depresión; al norte cerca de Latacunga encontramos un domo volcánico conocido como Putzolagua, cerca del límite norte de la cuenca existe un nudo que está formado por los cerros Chaupi y Tiopullo y el gran volcán Rumiñahui, éste último se halla

en pleno fondo de la depresión a lo largo de una falla, y solo la parte sur de este se encuentra contenido en la subcuenca.

Gráfico 6.

Edificios Volcánicos al interior de la Subcuenca del Río Patate



Elaboración: Alumnos UTC

El fallamiento del callejón interandino ha controlado fuertemente la ubicación de muchos de estos volcanes como El Altar, Tungurahua, Cotopaxi que definen una línea recta al filo del graben, pudiendo ser ésta la razón de la larga e intensa actividad del Cotopaxi (Hall. M., 1977).

Según las diferentes categorías de volcanes que Alain Winkell propone, encontramos al interior de la subcuenca del Río Patate, aquellos que mediante su aspecto físico general refleja la edad presumible de la construcción,

estableciéndose cuatro generaciones de volcanes de las cuales dos se encuentran en el área de estudio y son:

- Los volcanes bien conservados como la gran mayoría al interior de la subcuenca y a excepción de los tres volcanes activos; son volcanes antiguos de segunda y tercera generación con formas típicas en pitones y chimeneas o vestigios de conos, con perfiles que sufrieron una profunda remodelación de su superficie quedando más que crestas afiladas en unos casos, y conos bastante accidentados (producto de la erosión diferencial de los derrames volcánicos superpuestos) cuando se encuentran mejor conservados. A este grupo pertenecen:

Ilinizas, Carihuarizo, Igualata; y los que no sufrieron un total enhielamiento cuaternario ya sea por razones altitudinales y condiciones climáticas (cumbres menos elevadas o localizadas en un entorno bajo, precipitaciones insuficientes y temperatura elevadas) como el Rumiñahui.

4.1.4.b.1. Volcán Cotopaxi

La Región Interandina norte está caracterizada por un vulcanismo antiguo y reciente ubicado en el macizo montañoso de los andes, como resultado de diversos procesos geológicos (Manrique 2006). En la Cordillera oriental de los andes se levanta el complejo volcánico activo de mayor elevación y posible belleza, del mundo: El Cotopaxi (5 897 msnm), que significa Trono de luna, en lengua nativa. Su gran cono posee un cráter de 800 m de diámetro y 334 m de

profundidad (Barberi *et al.* 1995)., el alemán Alexander Von Humboldt, en 1802, dijo: “la forma del Cotopaxi es la más hermosa y regular de todos los picos colosales en los andes, es un cono perfecto cubierto por una capa blanca de nieve que brilla con el sol, sobreponiéndose al azul del cielo”.

El Volcán Cotopaxi tiene 13.000 años de antigüedad y hace 4.600 colapsó todo su flanco norte formándose una avalancha de escombros que llenó todos los valles y luego giró hacia esmeraldas. La primera erupción con registro histórico data de 1532 o 1533 d.C. según el autor (aguilera y toulkeridis 2005)., estos precedentes nos demuestran que su belleza se compara con su alto grado de peligrosidad, constituyéndose el Complejo Volcánico del Ecuador de mayores repercusiones tanto económicas, ambientales como humanas, en el caso de erupcionar.

Sus flancos son rectilíneos muy empinados y profundamente esculpidos por grandes valles glaciares radiales. El Cotopaxi actual es un estrato volcán asentado sobre los restos de un edificio totalmente destruído (Winckell. A., 1997).
Ver Fotografía 2.



Fotografía 2. Volcán Cotopaxi
Fuente: Alumnos U.T.C.

4.1.4.b.2. Volcán Tungurahua

Es un joven estrato volcán, constituido por un magnífico cono de forma casi simétrica y con laderas escarpadas y rectilíneas, la huella glaciar no es visible más que en la parte superior del cono. Su altitud baja (5016 m.) explica la existencia de un manto glaciar menos importante y menos extenso. Históricamente, es un volcán muy activo, tiene un casquete cúspide limitado de nieves y hielos, posee un cráter bien definido en forma de embudo, pero encentrado en lo alto de la ladera.

Los materiales emitidos, homogéneos en su conjunto, se componen principalmente de grandes cantidades de proyecciones piroclásticas asociando escorias, piedras pómez, lápilli y cenizas, y de depósitos peleanos (nubes ardientes) asociados con corrientes de lavas y lahares.

El Tungurahua presenta una gran actividad histórica, así desde 1850 una decena de períodos de actividad se sucedieron. La mayoría de las últimas explosiones son de tipo explosivo, vulcano - peleano (Winckell. A., 1997), con fuertes explosiones y proyecciones de grandes cantidades de piroclastitas.



Fotografía 3. Volcán Tungurahua

Fuente: <http://www.sveurop.org>

4.2. CLIMA

El clima de la subcuenca del Río Patate se encuentra influido por los regímenes climáticos occidental y oriental que prevalecen en el país. Los efectos del primero están determinados por las corrientes marinas de Humboldt y El Niño, y el segundo por el sistema de convergencia intertropical.

Estos fenómenos condicionan el clima del área, tipificándose cuatro masas de aire que influyen en la zona de estudio, especialmente en las Estribaciones de la Cordillera de los Andes y zona sur de la Cuenca.

Los cuatro tipos de masas del aire son: a) masas de aire caliente de origen oceánico; son húmedas con origen en el océano Pacífico con desplazamiento hacia el continente. Al llegar a la cordillera, el aire caliente sube por convección y se enfría adiabáticamente condensando su humedad, originando así precipitaciones en el Callejón Interandino, especialmente entre los meses de octubre a mayo; b) masas de aire caliente de origen continental que se originan en la cuenca del Amazonas, descargan su humedad en el Flanco externo de la Cordillera Oriental, pero sus efectos invaden el Callejón Interandino, especialmente en el área de confluencia de los ríos Chambo y Patate, aguas arriba del sitio de la presa de Agoyán, originando lluvias mayores entre junio y septiembre; c) masas de aire templado: estas masas se sitúan entre los 2000 y 3000 m.s.n.m. y, d) masas de aire frío, que se ubican en áreas pequeñas alrededor de las cumbres de los volcanes del sector.

4.2.1. Análisis de los Elementos del Clima

Para la caracterización de los elementos del clima en el área de influencia, se acude a más de las ubicadas dentro de la zona de estudio, también a la utilización de los registros de estaciones meteorológicas ubicadas fuera de la zona de interés (periféricas), pero que dada su cercanía y similar posición fisiográfica, son representativas para establecer la ocurrencia de los diferentes parámetros meteorológicos.

La red de estaciones en su mayoría fueron instaladas alrededor de 1970 a 1980, por el INAMHI, ex INECEL y ex INERHI; la red meteorológica del ex INECEL y del ex INERHI tuvieron pocos años de registro, produciendo en parte la deficiencia de partición de las estaciones desde el punto de vista tanto espacial como altitudinal en la zona.

El relieve tiene una influencia permanente en los elementos climáticos, cuando la altitud aumenta, baja la presión atmosférica, se incrementa la radiación solar, disminuye la temperatura del aire, cambia la trayectoria de los vientos y se modifican las alturas pluviométricas.

En el Cuadro 8. Se encuentra el código, nombre, ubicación UTM, altura, clase y periodo de registros, de las estaciones meteorológicas que se encuentran en la zona de estudio.

Cuadro 8.

Estaciones Meteorológicas

ESTACIONES METEOROLOGICAS								
CODIGO	ESTACION	X. COORD.	Y. COORD.	ALT (m)	PRECIPI. (mm)	TEMP. (°c)	CLASE	REGISTRO (AÑOS)
M-004	RUMIPAMBA -SALCEDO	768130	9885756	2680	527.2	14.1	C	1977 - 2005
M-028	AMBATO - GRANJA	766342	9860485	2680	448.8	13.7	C	1981 - 2005
M-043	MARSICAL SUCRE	758184	9904145	3670	1423.6	7.8	C	1963 - 1982
M-064	AEROPUERTO LATACUNGA	765642	9899336	2785	529	14.6	C	1973 - 1999
M-066	AMBATO AEROPUERTO	770469	9866935	2515	537.5	14.7	C	1974 - 1999
M-087	MULALO	770477	9914483	3040	679	12	C	1973 - 1985
M-088	PUJILI - 4 ESQUINAS	765605	9895091	3020	620	12.6	C	1964 - 1988
M120	COTOPAXI - MINITRAK	769488	9931534	3590	1075.5	8.4	C	1975 - 2004
M-215	PUJILI - H.SAN ANTONIO	757560	9884415	3030	846.4	12.2	C	1964 - 1987
M-126	PATATE	777765	9855639	2270	628.1	16.2	C	1979 - 2004
M-127	PILLARO	772352	9870621	2770	609.3	13.3	C	1978 - 2004
M-128	PEDRO F. CEVALLOS	765405	9850376	2910	515.6	12.6	C	1980 - 2005
M-219	PISAYAMBO, LAGUNA	789993	9879764	3560	1340	7.1	C	1965 - 1989
M-365	GUAYTACAMA	762895	9909601	3075	468.7		P	1975 - 1999
M-369	CUSUBAMBA	756060	9882035	2990	555.6		P	1981 - 2005
M371	PASTOCALLE	763554	9920415	3130	773.7		P	1978 - 2002
M-372	POALO	758906	9902861	2900	467.8		P	1975 - 1986
M373	TOACASO	758055	9917238	3000	728.5		P	1976 - 2002
M-375	SAQUISILI	760202	9907698	2920	790.6		P	1980 - 2005
M-376	PILAHUIN	753058	9856806	3360	678.7		P	1981 - 2005
M-377	TISALEO	759684	9851211	3250	795.1		P	1981 - 2005
M-380	HUAMBALO	755144	9846524	2880	892.0		P	1981 - 2005
M-381	PELILEO	775592	9853808	2525	554.6		P	1976 - 1988
M-382	QUERO	766299	9847855	2870	601.2	7.5	P	1976 - 1990
M-390	URBINA	754782	9835944	3619	955.9		P	1981 - 2005
M-530	ILLUCHI-PLANTA ELECTRICA	775330	9898909	3300	705.6		P	1972 - 1985
M-534	EL ACCHI	754396	9906257	3600	700.2		P	1976 - 1986
M-579	SALCEDO - CENTRO AGRICOLA	768478	9885913	2636	529.9		P	1964 - 1976

C	Estación Climática
P	Estación Pluviométrica

4.2.1.a. PRECIPITACIÓN P (mm)

En el Cuadro 9. Se presenta los promedios mensuales y anuales de pluviometría para 24 estaciones, ubicadas dentro de la subcuenca, valores basados en periodos de observación (años de registro) hasta el año 2005 y sus respectivos historiales de funcionamiento de las principales estaciones: Rumipamba - Salcedo, Ambato - Granja, Latacunga - aeropuerto, Cotopaxi - Minitrak, Pisayambo.

En términos generales se observa que en el Callejón Interandino de la subcuenca se presentan dos períodos con mayor incidencia de lluvias: de octubre a diciembre y de marzo a mayo. Existen variaciones entre las estaciones en cuanto a los periodos lluviosos, lo cual se atribuye a la altura, exposición y sitio donde están ubicadas.

De manera general se puede observar que, a pesar de la existencia de un máximo lluvioso entre los meses de junio a agosto y una baja relativa en los meses de diciembre y enero, la distribución de las lluvias es notablemente homogénea en toda la zona.

El análisis de las lluvias permitió identificar cuatro zonas con características lluviosas propias. Las zonas son:

Zona 1. Zona de páramo de la Cordillera Real. Tiene una pluviometría superior a los 1000 mm/año, con una época lluviosa de abril a agosto, coincidente con los meses secos del resto de la subcuenca, fenómeno que se produce debido a la influencia de las masas de aire provenientes del Oriente.

Cuadro 9.

Precipitación media anual y mensual (mm.)

PRECIPITACION MEDIA ANUAL Y MENSUAL (mm)														
ESTACION	CODIGO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
RUMPAMBANDA - SALCEDO	M-004	43.3	52.6	60.2	63.1	54	25.3	16	16.2	34.9	48.3	56.7	56.8	527.2
AMBATO - GRANJA	M-028	21.4	37	47.5	55.2	45.9	38	26.9	24.5	33.9	46	40.7	31.7	448.8
LATACUNGA AEROPUERTO	M-064	31.7	59.3	56.7	75.8	55.1	19.7	16.9	14.1	32.5	59.2	59.4	48.6	529
COTOPAXI MINITRAK	M-120	85.7	97.3	113.7	140.5	125	64.5	48.5	40.9	75.6	106	81.9	96	1075.5
PISAYAMBO	M219	71.6	109.6	105.7	126.2	123.8	170.1	161.5	124.1	96.6	88.6	77.4	84.7	1340
URBINA	M390	56.1	69.3	101	113.3	91.8	80.9	87.2	65.2	72.1	82.1	69.6	67.3	955.9

Fuente: Anuarios Meteorológicos del INAMHI

Elaboración: Alumnos UTC

Zona 2. Flancos orientales de la Cordillera Occidental. Esta zona señala precipitaciones que van de 600 a 1000 mm. por año, observándose en ella dos estaciones lluviosas: febrero a abril y octubre a diciembre. En estas áreas se observa un déficit hídrico en los meses menos lluviosos que incide en la producción agropecuaria de secano que se realiza en estos lugares. Las lluvias presentan intensidades fuertes, son causantes de la erosión hídrica, sobre todo

en suelos desnudos, por lo que es necesario recomendar un empastamiento de éstos para así evitar la completa degradación del suelo.

Zona 3. Zona del Callejón Interandino. Corresponde a las zonas más bajas del Callejón Interandino, presenta precipitaciones anuales menores a 500 mm. Se observan dos estaciones lluviosas que corresponden a los meses de octubre - diciembre y febrero - mayo.

4.2.1.b. TEMPERATURA MEDIA (°C)

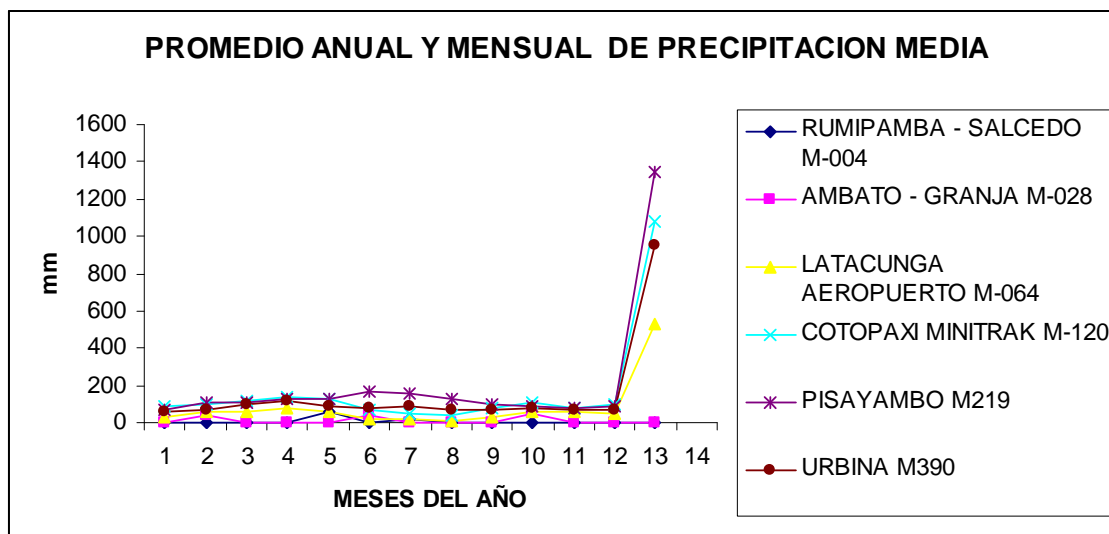
En el Grafico 8., se encuentran graficadas las temperaturas de las 6 estaciones, cuya curva describe la distribución mensual de la temperatura media del aire en el transcurso del año.

Al interpretar este gráfico, se establece que la curva es de carácter monomodal y de un análisis rápido del cuadro anterior, se puede indicar que los valores más bajos de temperatura media mensual se encuentran en los meses de junio - agosto, que corresponden a los meses de menor precipitación en el Callejón Interandino y los de mayor precipitación en las estribaciones y sector oriental.

Las variaciones mensuales de las temperaturas no son muy significativas, y por lo tanto su amplitud (diferencia entre los valores máximos y mínimos) es del orden de uno a dos grados.

Gráfico 8.

Promedio mensual y anual de temperatura media (mm.)



4.2.1.c. TEMPERATURAS EXTREMAS (°C)

En los Cuadros 10 y 11 se presentan los promedios mensual y anual de las temperaturas máximas y mínimas absolutas, así como en los Cuadros 12. y 13. Están las temperaturas medias mínimas y máximas, de las estaciones meteorológicas consideradas para el presente estudio.

En la estación de Latacunga el mes más frío corresponde al de agosto, con una temperatura media de 13.9 °C, así mismo, la media de las mínimas es de 6.8 °C y la mínima absoluta bajó hasta -3.2 °C; en la misma estación, el mes mas cálido es diciembre con 15.4 °C de temperatura media, con una máxima media de 20.8 °C y con la máxima mas alta (absoluta) de todos los valores registrados de 27.6 °C (octubre).

Cuadro 10.

Valores mensual y anual de temperatura máxima absoluta

VALORES MENSUAL Y ANUAL DE TEMPERATURA MÁXIMA ABSOLUTA (°C)														
ESTACIÓN	CÓD.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Rumipamba-Salcedo	M-004	28,8	27,4	29,0	26,5	26,0	26,2	24,3	24,8	25,8	28,1	28,0	28,5	29,0
Ambato 14	M-028	26,3	26,6	25,7	24,6	24,2	25,2	23,1	22,7	23,8	26,0	26,6	26,5	26,6
Latacunga	M-064	27,5	26,8	26,4	23,6	23,6	24,0	23,6	24,2	25,2	27,6	26,4	25,5	27,6
Ambato Aeropuerto	M-066	26,8	26,6	26,1	26,4	25,6	26,2	23,6	23,9	24,8	25,8	26,2	26,2	26,8
Cotopaxi	M120	18,2	17,9	17,8	18,7	19,3	17,9	17,6	17,9	17,6	18,0	19,5	17,8	19,5
Patate	M-126	27,5	27,5	29,0	28,2	26,0	25,5	25,2	25,3	26,8	28,8	29,2	28,0	29,2
Píllaro	M-127	26,6	29,7	27,0	25,9	25,0	24,9	22,5	24,2	29,9	29,0	26,5	26,7	29,9
Pisayambo	M-219	24,8	25,0	27,7	26,2	25,6	24,6	15,5	14,9	17,5	21,2	17,4	18,5	27,7

Fuente: Anuarios Meteorológicos del INAMHI

Elaboración: U.T.C.

Cuadro 11.

Valores mensual y anual de temperatura mínima absoluta

VALORES MENSUAL Y ANUAL DE TEMPERATURA MÍNIMA ABSOLUTA (°C)														
ESTACIÓN	CÓD.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Rumipamba-Salcedo	M-004	1,3	2,3	0,6	1,0	-1,5	-0,6	-1,2	0,1	-0,8	0,4	-1,4	-1,0	-1,5
Ambato 14	M-028	2,8	2,2	1,4	3,5	2,8	-0,6	1,6	2,0	1,0	2,0	1,8	1,9	-0,6
Baños	M-029	5,5	5,5	6,5	6,5	6,0	7,0	5,5	6,0	6,5	5,0	7,2	7,5	5,0
Latacunga	M-064	-1,0	-1,0	-1,4	0,8	-1,8	-2,1	-2,8	-3,2	-3,2	-2,4	-3,6	-6,0	-6,0
Ambato Aeropuerto	M-066	2,2	2,3	0,8	4,2	0,5	1,7	2,0	2,2	1,7	3,5	1,8	-2,2	-2,2
Cotopaxi	M120	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	-0,3	-1,5	0,0	0,0	0,1	-1,5
Patate	M-126	5,6	7,0	6,0	7,1	5,4	4,5	2,4	3,1	5,0	6,0	3,4	6,0	2,4
Píllaro	M-127	2,0	1,6	-2,0	3,3	0,0	-1,7	0,4	-2,8	-3,5	-2,8	-0,6	-4,1	-4,1
Pisayambo	M-219	-4,0	-6,8	-1,5	-5,0	-5,3	-4,2	-2,3	-4,7	-2,8	-4,4	-4,0	-5,5	-6,8

Fuente: Anuarios Meteorológicos del INAMHI

Elaboración: U.T.C.

Cuadro 12.

Valores mensual y anual de temperatura mínima media

VALORES MENSUAL Y ANUAL DE TEMPERATURA MINIMA MEDIA(°C)														
ESTACIÓN	CÓD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Rumipamba-Salcedo	M-004	9,0	9,3	9,3	9,3	9,1	8,6	7,4	7,5	7,9	8,4	8,8	9,1	8,6
Ambato 14	M-028	9,3	9,5	9,6	9,8	9,4	8,8	8,4	8,2	8,6	9,0	9,0	9,1	9,1
Latacunga	M-064	8,1	8,2	8,4	8,7	8,2	7,6	6,9	6,8	6,9	7,5	7,5	8,1	7,7
Ambato Aeropuerto	M-066	8,7	9,2	9,3	9,3	9,1	8,5	7,7	7,6	7,9	8,3	8,3	8,6	8,5
Cotopaxi	M120	4,0	4,1	4,1	4,2	4,3	3,6	3,4	3,3	3,5	3,7	3,8	4,1	3,8
Patate	M-126	11,4	11,5	11,5	11,7	11,4	10,6	10,1	10,1	10,5	11,0	11,0	11,2	11,0
Píllaro	M-127	8,6	8,8	9,1	9,3	9,0	8,3	7,4	7,3	7,8	8,2	8,4	8,5	8,3
Pisayambo	M-219	4,0	4,1	4,8	4,7	4,6	4,4	2,9	2,7	3,0	3,0	3,0	3,4	3,7

Fuente: Anuarios Meteorológicos del INAMHI

Elaboración: U.T.C.

Cuadro 13.

Valores mensual y anual de temperatura máxima media

VALORES MENSUAL Y ANUAL DE TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA(°C)														
ESTACIÓN	CÓD.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Rumipamba-Salcedo	M-004	22,0	21,4	21,3	20,8	20,4	19,5	18,8	19,1	20,4	21,6	22,1	21,9	20,8
Ambato 14	M-028	20,0	19,7	19,7	19,7	19,0	17,8	17,2	17,8	18,8	20,5	20,7	20,3	19,3
Latacunga	M-064	20,5	20,0	20,2	19,7	19,0	18,4	18,2	18,7	19,2	19,3	20,9	20,6	19,6
Ambato Aeropuerto	M-066	21,9	21,2	21,4	21,0	20,3	19,5	18,9	19,3	20,0	21,7	22,3	21,9	20,8
Cotopaxi	M120	14,6	14,6	14,7	14,7	14,8	14,6	14,7	14,8	14,8	14,9	14,8	14,9	14,7
Patate	M-126	22,6	21,9	22,1	22,3	21,6	20,4	19,8	20,5	21,6	22,7	23,4	23,2	21,8
Píllaro	M-127	20,5	19,7	19,7	19,5	18,8	17,6	16,7	17,5	18,8	20,0	20,9	20,6	19,2
Pisayambo	M-219	12,8	12,6	13,0	12,8	12,3	11,0	9,1	9,4	10,7	12,6	12,9	12,6	11,8

Fuente: Anuarios Meteorológicos del INAMHI

Elaboración: Alumnos U.T.C.

4.2.1.d. HUMEDAD RELATIVA (%)

Los valores de humedad relativa de las estaciones que disponen de este parámetro en la zona de estudio, se encuentran en el Cuadro 14.; del análisis efectuado se puede determinar que los porcentajes de humedad relativa en la zona es de 72 – 94%, tenemos que en Latacunga se registra un promedio anual del 76%.

Cuadro 14.

Valores mensual y anual de humedad relativa

VALORES MENSUAL Y ANUAL DE HUMEDAD RELATIVA (%)														
ESTACION	CÓD.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Rumlpamba-Salcedo	M-004	72	75	76	78	78	77	76	74	74	74	74	75	75
Ambato 14	M-028	75	77	77	78	78	79	78	76	76	75	75	75	77
Latacunga	M-064	75	76	77	79	79	78	76	75	75	75	74	75	76
Ambato Aeropuerto	M-066	79	81	81	82	83	82	82	79	79	81	75	75	80
Cotopaxi	M120	94	94	94	94	93	93	94	93	93	93	93	94	94
Patate	M-126	88	88	89	89	89	91	90	90	89	89	88	89	89
Pillaro	M-127	80	81	82	83	83	83	84	82	80	80	79	80	81
Pisayambo	M-219	87	89	88	88	89	89	90	90	89	87	87	87	88

Fuente: Anuarios Meteorológicos del INAMHI

Elaboración: Alumnos UTC

De los datos promedios mensuales obtenidos, se puede observar la poca variabilidad de la humedad relativa durante todo el año, así tenemos que en Latacunga los valores oscilan entre 74 y 79%, En los meses de abril a junio se produce el mayor porcentaje de humedad relativa.

4.2.1.e. NUBOSIDAD (octavos)

La observación de nubosidad se efectúa observando la proporción de la bóveda celeste cubierta por nubes y expresado en una escala que va de 0 a 8 octavos.

Del Cuadro 15., podemos deducir que, los promedios mensuales de las 8 estaciones es mayor a 6/8, valor que indica que el cielo permanece cubierto mas de sus $\frac{3}{4}$ partes. Los meses con mayor nubosidad son junio y julio, con un promedio de 7 octavos y los meses con menor nubosidad son diciembre y enero con un promedio del orden de 6 octavos.

Cuadro 15.

Valores mensual y anual de nubosidad

VALORES MENSUAL Y ANUAL DE NUBOSIDAD (octavos)														
ESTACIÓN	CÓD.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Rumipamba-Salcedo	M-004	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Ambato 14	M-028	6	6	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Latacunga	M-064	6	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6
Ambato Aeropuerto	M-066	6	7	7	7	6	7	7	6	7	6	6	6	6
Cotopaxi	M120	6	6	6	6	6	6	5	5	5	6	5	6	6
Patate	M-126	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	6
Píllaro	M-127	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6
Pisayambo	M-219	6	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	7

Fuente: Anuarios Meteorológicos del INAMHI

Elaboración: Alumnos U.T.C.

4.2.1.f. HELIOFANIA (horas/sol)

De acuerdo al Cuadro 16., los promedios anuales de horas de brillo de sol en la estación de Latacunga es de 1575. Se puede deducir que el número de horas con sol es bajo, estando en concordancia con la nubosidad que es en cambio elevada.

Cuadro 16.

Valores mensual y anual de heliofanía

VALORES MENSUAL Y ANUAL DE HELIOFANIA (h/sol)														
ESTACIÓN	CÓD.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Rumipamba-Salcedo	M-004	177,3	140,9	138,8	127,6	148,8	155,0	151,7	156,5	152,8	165,3	171,5	178,8	1864,8
Puyo	M-008	76,5	59,1	57,4	67,8	88,2	77,4	82,8	101,3	102,7	109,8	101,2	82,5	1006,9
Ambato 14	M-028	166,2	134,6	132,5	134,7	137,0	123,3	131,1	140,4	134,5	168,9	168,1	169,2	1740,5
Baños	M-029	146,1	123,2	109,1	113,8	123,8	105,0	96,1	113,1	123,1	143,3	154,4	160,6	1511,4
Riobamba	M-057	153,6	110,0	130,7	110,3	123,2	89,8	134,5	154,5	127,9	146,6	158,1	157,5	1596,6
Latacunga	M-064	152,2	116,1	116,6	101,3	123,1	129,6	137,6	146,0	125,2	133,8	141,8	151,7	1575,0
Cotopaxi	M120	119,1	86,3	86,2	61,4	80,7	105,3	133,9	151,2	100,2	114,2	122,9	118,2	1279,6
Pisayambo	M-219	109,6	77,9	82,8	90,1	107,0	82,3	90,2	94,0	87,1	124,3	118,9	128,7	1192,7

Fuente: Anuarios Meteorológicos del INAMHI

Elaboración: Alumnos U.T.C.

4.2.1.g. REGIMEN DE EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL - ETP (mm)

Para el cálculo de la ETP se aplicó el método de THORNTHWAITE que utiliza la temperatura media y la latitud en su fórmula, es fácil de computar por haber demostrado su aplicabilidad a las condiciones reinantes en el territorio ecuatoriano (ORSTOM-Francia y Ravelo-FAO).

Para las 13 estaciones meteorológicas incluidas en el área de estudio se calculó la evapotranspiración potencial mensual y anual (ver Cuadro 17).

Cuadro 17.

Promedio mensual y anual de evapotranspiración potencial

<i>PROMEDIO MENSUAL Y ANUAL DE EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (mm)</i>														
ESTACIÓN	CÓD.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Rumipamba-Salcedo	M004	63,4	55,8	62,4	60,4	59,7	54,8	51,8	53,3	55,2	61,6	63,7	62,9	704,9
Ambato-Granja	M28	61,3	54,6	60,7	60,4	59,4	52,9	50,6	52,9	54,1	60,7	63,3	61,9	692,7
Latacunga Aeropuerto	M064	65,1	56,7	62,2	59,7	59,6	55,8	54,2	56,6	56,6	62,2	64,1	65,3	717,9
Ambato Aeropuerto	M066	65,3	57,4	64,1	62,3	60,8	54,7	51,6	53,3	55,8	64,5	65,3	63,9	718,8
Mulaló	M087	57,4	50,0	58,3	56,0	55,0	52,1	49,9	52,3	51,2	55,0	56,8	56,5	650,5
Pujilí (4 Esquinas)	M088	58,3	52,3	58,4	58,1	56,8	52,7	51,3	52,4	52,6	56,6	58,0	58,5	666,0
Cotopaxi-Minitrak	M120	49,1	44,3	49,2	47,6	48,4	47,0	47,5	48,4	46,3	48,2	48,7	49,8	574,5
Pujilí	M125	59,9	51,6	57,2	57,2	58,4	53,4	49,4	51,4	49,1	55,9	55,3	57,3	656,1
Patate	M126	68,7	60,0	66,2	64,6	63,5	58,0	56,7	59,1	60,3	65,5	68,9	67,9	759,3
Píllaro	M127	62,0	53,7	59,9	58,5	58,1	52,8	50,1	52,6	53,8	59,5	58,8	62,4	682,3
Pedro Fermín Cevallos	M128	59,8	52,4	58,6	57,6	57,4	51,6	48,0	49,4	51,5	58,3	61,2	60,4	666,2
Pisayambo	M219	48,9	43,9	49,3	49,3	48,4	42,5	39,2	39,8	41,9	48,6	50,4	49,2	551,4
Urbina	M390	49,2	44,1	49,6	47,0	48,5	44,9	40,1	40,5	43,3	47,9	52,2	50,4	557,7

Fuente: Anuarios Meteorológicos del INAMHI

Elaboración: Alumnos U.T.C.

La ETP media anual oscila entre 550 mm. (Pisayambo) hasta alrededor de los 780 mm. Dado que por éste método de cálculo se toma en cuenta la temperatura media mensual, los valores de demanda atmosférica más elevados corresponden a los meses deficitarios y los más bajos a los meses con mayor humedad, acorde con los registros térmicos estacionales en el área.

4.2.1.h. BALANCE HIDROLÓGICO CLIMÁTICO (BHC)

El BHC se computó para todas las localidades de la zona, usando las temperaturas medias mensuales y las precipitaciones medianas mensuales por ser más representativas que las medias mensuales. Dado que las precipitaciones son un elemento climático irregular y con una distribución que no se ajusta a la curva normal, su medida no coincide con la probabilidad del 50 % y la comparación con la ETP media en el BHC no es totalmente real. Con la utilización de la mediana se calcula un balance de agua climático más representativo. El Cuadro 18., muestra las diferencias entre las precipitaciones medias mensuales y las precipitaciones medianas mensuales para las estaciones consideradas.

En los Gráficos 10. y 11. se encuentran los balances hídricos climáticos de las estaciones consideradas, donde se señalan la variación mensual de los elementos del BHC para la estación de Latacunga, que merece los siguientes comentarios:

En el sector de Latacunga, en los meses de marzo y mayo, existe un exceso de humedad, en el mes de octubre y febrero hay un equilibrio en el balance, y el resto de meses son deficitarios con un valor de 116 mm. anuales.

Cuadro 18.

Precipitación media y mediana mensual – anual

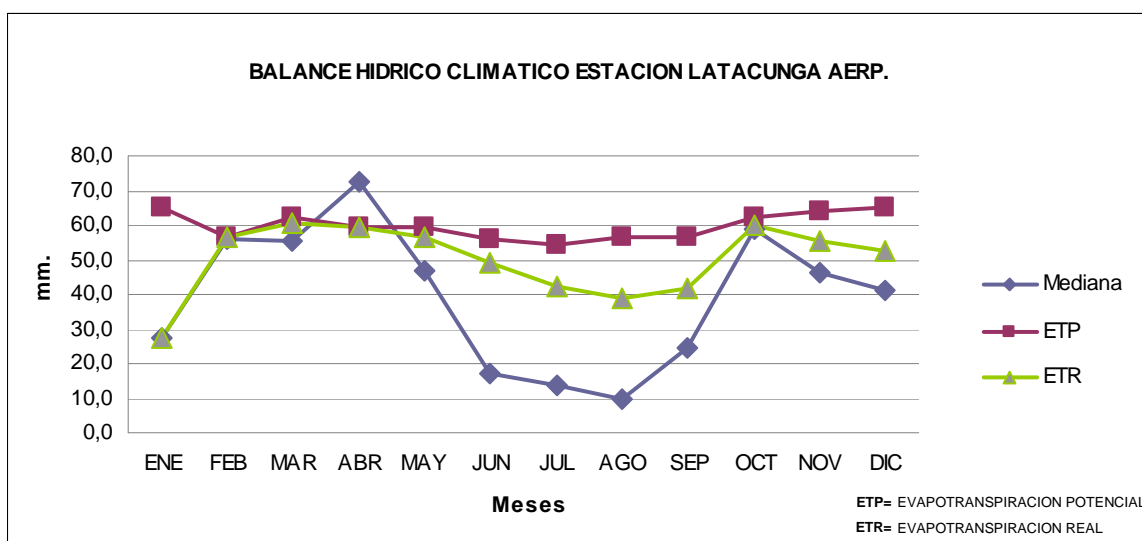
PRECIPITACIÓN MEDIA Y MEDIANA MENSUAL - ANUAL (mm)															
ESTACION	CÓD.	PARÁM	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Rumipamba-Salcedo	M004	Media	43,3	52,6	60,2	63,1	54,0	25,3	16,0	16,2	34,9	48,3	56,7	56,8	527,2
		Mediana	44,9	49,5	59,4	64,2	54,9	23,2	14,6	11,5	23,8	44,6	56,7	56,3	503,6
Puyo	M008	Media	316,5	337,2	376,7	489,4	480,6	470,8	367,1	287,5	338,0	400,6	374,9	364,8	4604,3
		Mediana	325,1	327,9	367,9	492,0	483,7	440,2	334,9	277,3	343,2	388,3	374,7	341,3	4496,5
Ambato-Granja	M28	Media	21,4	37,0	47,5	55,2	45,9	38,0	26,9	24,5	33,9	46,0	40,7	31,7	448,8
		Mediana	15,5	36,0	47,9	51,1	41,0	40,9	22,1	21,5	25,7	43,8	40,7	26,8	412,8
Baños	M029	Media	77,5	92,3	105,7	125,0	153,3	198,5	180,9	135,9	142,4	103,6	92,0	114,8	1522,0
		Mediana	50,4	84,8	79,5	120,3	151,9	181,3	187,9	129,1	104,7	90,2	68,8	67,7	1316,4
Sangay	M041	Media	294,3	320,5	364,3	436,9	396,0	389,1	288,4	232,7	282,4	345,4	334,4	339,0	4023,4
		Mediana	288,7	319,0	356,9	417,9	402,4	367,6	277,0	235,5	299,4	333,8	337,9	329,7	3965,7
Mariscal Sucre INAMHI	M043	Media	112,2	124,0	137,8	157,3	156,7	110,7	81,8	64,0	93,0	148,0	135,7	102,6	1423,6
		Mediana	126,7	109,1	131,4	149,1	154,1	107,6	76,0	66,1	76,3	137,9	113,5	111,2	1358,7
ESPOCH 32	M48	Media	378,1	290,8	423,4	549,3	430,9	477,0	295,1	381,3	336,3	385,7	378,1	351,9	4678,0
		Mediana	334,6	319,6	345,2	567,3	414,3	482,9	262,3	371,0	350,8	343,2	352,4	277,7	4421,2
Riobamba Aeropuerto	M057	Media	28,1	53,2	64,1	68,5	47,0	22,5	18,5	16,5	29,3	42,4	45,5	38,0	473,5
		Mediana	25,6	41,2	55,4	56,1	47,4	17,0	12,2	15,0	22,4	38,8	38,4	31,7	401,0
Pastaza Aeropuerto	M63	Media	394,0	392,2	443,9	558,9	545,1	549,7	409,8	342,9	414,5	507,1	475,4	413,5	5447,2
		Mediana	390,5	385,2	446,0	537,4	572,5	516,2	395,9	329,7	421,3	503,6	477,4	382,6	5358,3
Latacunga Aeropuerto	M064	Media	31,7	59,3	56,7	75,8	55,1	19,7	16,9	14,1	32,5	59,2	59,4	48,6	529,0
		Mediana	27,2	55,8	55,7	72,4	46,8	16,9	13,5	9,6	24,5	58,8	46,5	41,3	469,0
Ambato Aeropuerto	M066	Media	33,4	52,5	55,9	60,0	55,2	39,9	32,1	26,0	34,5	59,0	50,2	38,9	537,5
		Mediana	34,4	47,2	52,5	59,9	50,5	37,1	25,7	23,3	26,7	53,4	39,6	36,7	486,7
Mulaló	M087	Media	48,2	69,3	69,3	87,5	65,1	23,7	26,7	25,5	59,8	67,6	74,4	61,9	679,0
		Mediana	42,4	63,6	67,7	96,3	64,0	17,2	25,5	23,9	52,5	71,0	77,6	59,3	661,0
Pujilí (4 Esquinas)	M088	Media	44,6	71,3	75,5	81,4	58,1	30,3	16,8	19,2	43,6	65,4	54,3	59,3	620,0
		Mediana	40,3	51,1	70,6	69,7	48,8	27,0	9,4	16,9	32,2	56,5	45,2	53,3	520,7
Cotopaxi-Minitrak	M120	Media	85,7	97,3	113,7	140,5	125,0	64,5	48,5	40,9	75,6	106,0	81,9	96,0	1075,5
		Mediana	79,2	80,3	103,3	125,4	123,4	57,8	34,9	30,9	71,8	87,2	73,1	88,0	955,3
Pujilí	M125	Media	63,0	74,4	125,5	137,1	90,2	29,2	10,1	29,5	28,5	89,9	89,6	80,5	846,4
		Mediana	45,1	50,4	68,7	84,3	40,9	26,6	9,0	15,2	26,6	57,3	76,9	48,2	548,8
Patate	M126	Media	34,9	46,9	49,1	74,9	73,9	85,9	52,9	44,7	50,3	36,8	37,1	40,8	628,1
		Mediana	18,6	32,8	40,6	69,6	64,9	45,1	54,0	36,6	44,7	34,9	36,9	21,8	500,4
Píllaro	M127	Media	34,2	59,1	63,9	72,3	67,4	49,8	38,0	31,8	39,4	57,0	54,6	41,9	609,3
		Mediana	35,9	62,1	64,2	67,5	63,8	45,1	37,0	27,9	34,6	56,6	48,0	39,9	582,5
Pedro Fermín Cevallos	M128	Media	25,6	40,6	47,2	62,5	64,8	52,1	43,2	32,6	36,0	40,5	39,9	30,6	515,6
		Mediana	23,3	37,4	44,9	66,0	55,8	49,6	46,5	27,2	30,1	33,4	32,7	27,0	473,9
Guaslán	M133	Media	38,1	62,3	78,7	103,0	77,9	31,3	22,1	19,3	42,5	60,2	48,5	45,1	629,1
		Mediana	33,1	54,5	70,1	92,0	54,6	31,2	16,2	14,8	39,4	57,4	41,0	36,3	540,3
Guamote	M134	Media	31,5	71,4	75,7	54,3	33,1	24,5	15,6	16,0	53,2	43,5	23,7	21,2	463,8
		Mediana	24,7	64,7	71,3	56,1	27,8	17,9	6,0	8,1	24,4	35,8	15,3	19,1	370,9
Pisayambo	M219	Media	71,6	109,6	105,7	126,2	123,8	170,1	161,5	124,1	96,6	88,6	77,4	84,7	1340,0
		Mediana	58,3	85,6	102,7	124,2	106,6	156,6	151,9	121,1	89,1	84,8	77,3	83,3	1241,4
Agoyán	M220	Media	75,6	129,8	80,7	157,5	200,5	241,8	160,9	136,6	148,8	97,3	72,6	76,8	1578,8
		Mediana	65,2	93,0	91,5	154,7	208,0	214,3	160,1	140,3	166,5	112,1	64,3	80,0	1549,9
Pungales	M243	Media	34,3	47,0	60,5	72,9	81,6	57,1	36,7	22,6	31,1	42,9	46,9	24,8	558,5
		Mediana	28,4	39,7	58,0	56,5	66,3	49,6	33,4	23,9	28,9	39,1	33,1	21,0	477,9
Urbina	M390	Media	56,1	69,3	101,0	113,3	91,8	80,9	87,2	65,2	72,1	82,1	69,6	67,3	955,9
		Mediana	58,4	63,5	100,1	110,7	90,3	80,2	85,7	64,8	67,9	76,5	70,0	58,4	926,2

Fuente: Anuarios Meteorológicos del INAMHI

Elaboración: Alumnos UTC

Gráfico 10.

Balance hídrico climático Estación Latacunga - Aeropuerto



Fuente: Anuarios Meteorológicos del INAMHI
 Elaboración: Alumnos UTC

4.3. CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA

Las clasificaciones basadas en temperaturas y precipitación son las más abundantes, la clasificación presentada a continuación fue concebida por el Ing. Luís Cañadas Cruz que trabajó por muchos años en el MAG - PRONAREG; está basada en la clasificación física del clima (Promedios anuales de temperatura y precipitación), y una clasificación biológica fundamentada en el ritmo de la temperatura y la precipitación en el transcurso del año, toma además en cuenta la clasificación de HOLDRIDGE.

Por sobreposición mediante SIG del mapa de isoyetas sobre el mapa de isotermas en función altitudinal, se pudo obtener las siguientes clases de zonas climáticas (Ver Mapa 5 Clasificación climática), cuyas características principales se describen a continuación:

4.3.1. Clima Seco Temperado (5)

Se localiza por encima de los 1800 m.s.n.m. hasta los 3200, especialmente en el Callejón Interandino como: Saquisilí-Latacunga, Yambo-Ambato-Totoras, registra una temperatura media anual entre 12 y 18 °C y una precipitación superior a los 200 mm, pero inferior a los 500 mm. La distribución de las lluvias es típicamente de carácter zenital (cuyas máximas proceden o anteceden a los equinoccios), intercalada por una estación seca bien marcada que comprende desde los meses de julio a octubre.

4.3.2. Clima Sub - Húmedo Sub - Temperado (6)

En términos generales se puede decir que esta zona, corresponde a los páramos bajos y secos arriba de Quizapincha, se extiende en sentido altitudinal de los 2800 a 4000 m.s.n.m. registra una temperatura entre 6 y 12 °C, con precipitaciones comprendidas entre los 200 y 500 mm., al año.

4.3.3. Clima Sub - Húmedo Temperado (9)

Se extiende en áreas relativamente grandes a lo largo del Callejón Interandino, formando llanuras sub-húmedas que incluyen Pujilí - Salcedo, Píllaro - Pelileo; esta región se localiza entre altitudes de 2000 a 3100 m.s.n.m., la temperatura media anual oscila entre 12 y 18 °C, y la precipitación media anual varía entre los 500 y 1000 mm. la estación seca es muy heterogénea, comprendida entre los meses de julio a septiembre.

4.3.4. Clima Húmedo Sub-Temperado (10)

Corresponden a los páramos bajos (Sub páramos) y húmedos que se encuentran en la parte sur de los Ilinizas y del Cotopaxi y encima de Mocha, los rangos altitudinales son de 3000 a 4000 m.s.n.m, reciben precipitaciones superiores a 500, pero inferiores a 1000 mm., llueve a través de todo el año, aunque existen precipitaciones en forma moderada en los meses de julio y agosto; registran temperaturas entre 6 y 12 °C.

4.3.5. Clima Húmedo Temperado (13)

Se localiza entre altitudes de 1800 y 3000 m.s.n.m., su temperatura varía entre 12 y 18 °C, recibiendo precipitaciones promedio entre los 1000 y 1500 mm., la duración de la estación seca es poco variable, pero corresponde mayormente a los meses de julio y agosto. En Tungurahua abarca una zona comprendida desde la confluencia del Río Pastaza con el Muyuyu, hasta Puela.

4.3.6. Clima Muy Húmedo Sub - Temperado (14)

Se ubica en los sub páramos muy húmedos que se encuentran en las partes altas de las Cordilleras Oriental y Occidental y nudos del Callejón Interandino. Parte de los páramos entre el Tungurahua y El Altar; en Tungurahua: Pisayambo y una parte de los Llanganates y la parte sur del Volcán Cotopaxi, se extiende sobre los 3200 m.s.n.m., con registros de temperaturas entre los 6 y 12 °C, y el promedio de las lluvias oscila entre los 1000 y 1500 mm. anuales, estas precipitaciones se

distribuyen durante todo el año, pero con menos valores en los meses de julio a septiembre, los meses deficitarios están entre dos a cuatro, al año.

4.3.7. Clima Muy Húmedo Templado (17)

Se localiza entre altitudes de 1800 y 3000 m.s.n.m. su temperatura entre 12 y 18 °C, recibe precipitaciones entre 1500 y 2000 mm. Aunque solamente se cuenta con la referencia de una sola estación meteorológica, las lluvias, en esta región probablemente caen durante todo el año, aunque en menor cantidad en los meses de julio y agosto, no existe en la región meses ecológicamente secos. Se localiza en la parte alta de Ulba.

4.3.8. Clima Lluvioso Sub - Templado (22)

Las precipitaciones que caen en esta zona, oscilan entre 2000 y 3000 mm., se extiende desde los 3000 a 4000 m.s.n.m., con registros de temperatura media de 6 a 12 °C. Se encuentran por arriba de Pinyopata en la provincia de Cotopaxi, en los páramos bajos y orientales del volcán Tungurahua.

4.3.9. Clima Páramo Húmedo (27)

Es una zona pequeña que se encuentra en los páramos altos de Sagatoa, Chimborazo, se encuentra localizada a altitudes superiores a los 3500 m.s.n.m., con temperaturas promedias anuales entre 2 y 6 °C y con precipitaciones menores a los 500 mm. anuales.

4.3.10. Clima Páramo Muy Húmedo (28)

Corresponde los páramos ubicados en la parte sur - occidental del Cotopaxi; en altitud se extiende de los 4000 a 5000 m.s.n.m. con temperaturas promedio de 2 a 6 °C, y con una precipitación de 500 a 1000 mm. anuales.

4.4. CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS

En esta metodología, se utilizó factores físicos: pendiente, suelo (textura, profundidad efectiva del suelo, pedregosidad, drenaje), y clima (regímenes de temperatura y humedad), debido a que son los más representativos y estables.

4.4.1. DESCRIPCIÓN DE LOS FACTORES

a) PENDIENTE

El grado de pendiente puede determinar limitaciones ya sea de mecanización y riego o dificultades para el cultivo debido a la inclinación del terreno. Este factor determina las medidas de conservación y las prácticas de manejo necesarias para la preservación del suelo y agua. Ver Cuadro 19.

Cuadro 19.

Rangos de la pendiente

CÓD.	RANGO %	DESCRIPCIÓN
1	0-5	Pendiente débil
2	5-12	Pendiente suave
3	12-25	Pendiente moderada
4	25-50	Pendiente fuerte
5	50-70	Pendiente muy fuerte
6	>70	Pendiente abrupta

Fuente: MAG – IICA - CLIRSEN
Elaboración: U.T.C.

b) TEXTURA

Se refiere técnicamente a la clasificación de las partículas de acuerdo a su tamaño y la proporción en la que se encuentran. De acuerdo al tamaño las partículas se clasifican en: arena (2.0 a 0.05 mm), limo (0.05 a 0.002 mm), y arcilla (menos de 0.002 mm).

Para caracterizar este elemento se agruparon las clases texturales, en cinco categorías que se observan en el Cuadro 20.

Cuadro 20.

Tipos de textura

CÓD	SIGLA	CATEGORÍA	CLASE TEXTURAL
1	G	Gruesa	arenosa , arenoso franco
2	Mg	Moderadamente Gruesa	franco arenoso, franco limoso
3	M	Media	franco, limoso, franco arcilloso (< 35% de arcilla), franco arcillo arenoso, franco arcillo limoso
4	F	Fina	franco arcilloso (> a 35%), arcilloso, arcillo arenoso, arcillo limoso
5	Mf	Muy fina	arcilloso (> 60%)

Fuente: MAG – IICA - CLIRSEN
Elaboración: U.T.C.

c) PROFUNDIDAD EFECTIVA

Se refiere al espesor de las capas del suelo (superficiales y subsuelo) en las cuales las raíces pueden penetrar sin dificultad, en busca de agua, nutrientes y sostén. Su límite inferior está definido por capas u horizontes compactos, por la cantidad de materiales gruesos (grava, piedras y/o roca), presencia de capa freática alta o concentraciones de elementos o minerales tóxicos (salinidad, carbonatos), que son limitantes para el desarrollo de las raíces. Se mide en centímetros de manera perpendicular a la superficie terrestre. Ver Cuadro 21.

Cuadro 21.

Profundidad efectiva

CÓD.	SIGLA	RANGO (cm)	DESCRIPCIÓN
1	s	0 – 20	Superficial
2	pp	21 – 50	Poco profundo
3	M	51 – 100	Moderadamente profundo
4	P	>100	Profundo

Fuente: MAG – IICA - CLIRSEN
Elaboración: U.T.C.

d) PEDREGOSIDAD

Es el contenido de piedras y rocas que interfieren en las labores de labranza, crecimiento de raíces y el movimiento de agua. Existen cinco clases en función del porcentaje de piedras que cubre a la unidad cartografiada. Ver Cuadro 22.

Cuadro 22.

Clases de pedregosidad

CÓD.	SIGLA	DESCRIPCIÓN	RANGO (%)
1	s	Sin o muy pocas piedras	<10
2	p	Con pocas piedras	11-25
3	fr	Con frecuentes piedra	26-50
4	a	Con abundantes piedras	50-75
5	ma	Pedregoso y/o rocoso	> 75

Fuente: MAG – IICA - CLIRSEN
Elaboración: U..T.C.

e) DRENAJE

Es la rapidez con que el agua se desplaza, ya sea por escurrimiento superficial o por su movimiento a través del perfil hacia espacios subterráneos. Al drenaje se lo agrupó en cuatro clases que se muestran en el Cuadro 23.:

Cuadro 23.

Drenaje

CÓD.	SIGLA	DESCRIPCIÓN
1	E	Excesivo
2	B	Bueno
3	M	Moderado
4	Md	Mal drenado

Fuente: MAG – IICA - CLIRSEN
Elaboración: U.T.C.

f) REGÍMENES DE HUMEDAD

Está representada por la presencia o ausencia, ya sea de un manto freático o de agua retenida a una tensión menor de 1500kPa (es decir capacidad de campo) en el suelo o en horizontes específicos por períodos del año. Esto es debido a que a una tensión superior de 1500kPa el agua no está disponible para la mayoría de las plantas mesófilas. Ver Cuadro 24.

Cuadro 24.

Regímenes de humedad

DESCRIPCIÓN
Údico
Ústico
Ústico - Arídico
Údico - Ústico
Arídico
Perúdíco
Permafrost

Fuente: MAG – IICA - CLIRSEN
Elaboración: U.T.C.

g) REGÍMENES DE TEMPERATURA

Constituye los rangos de la temperatura media del suelo. Ver Cuadro 25.

Cuadro 25.

Regímenes de humedad

SIGLA	RANGO T media anual suelo (°C)	DESCRIPCIÓN
f	Menor 8	Isofrígido
m	8 – 15	Isomésico
t	15 – 22	Isotérmico
h	Mayor 22	Isohipertérmico

Fuente: MAG – IICA - CLIRSEN
Elaboración: U.T.C.

4.5. CLASES DE CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS

Se ha clasificado en cuatro grandes categorías de uso recomendado, las cuales poseen clases que se ordenan en forma decreciente tomando en cuenta la intensidad o capacidad de uso, sin que degrade este recurso, de tal manera que la capacidad de uso I puede soportar hortalizas tanto como bosques cultivados, por lo contrario la capacidad de uso VII soporta bosque protector pero no hortalizas.

Las clases de capacidad de uso de las tierras fueron dadas por un análisis de la sumatoria total, distribuidas en rangos definidos por cortes naturales, (Ver Mapa 12: Capacidad de uso de las tierras), de acuerdo al siguiente Cuadro:

Cuadro 26.

Asignación de clase de capacidad de uso de las tierras según rango

ASIGNACIÓN DE CLASE DE CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS SEGÚN RANGO				
CÓD.	CAPACIDAD DE USO	CATEGORÍA	CLASE	RANGO
1	I	Cultivos	Hortalizas	276 – 336
2	II		Cultivos anuales	250 – 276
3	III		Cultivos anuales con restricciones	216 – 250
4	IV		Cultivos permanentes	178 – 216
5	V	Pastos	Pastos cultivados	140 – 178
6	VI	Bosques	Bosques cultivados	80 – 140
7	VII		Bosque protector	0 - 80
8	VIII	Conservación	Vegetación protección	*

*No entran a los rangos, vienen definidos por su cobertura natural, de acuerdo a la descripción.

Fuente: CLIRSEN

Elaboración: U.T.C.

a) HORTALIZAS

Su superficie es incipiente con 278,84 Ha. Se localiza en los suelos Typic HAPLUDOLLS y Typic EUTRANDEPTS, con pendientes planas, en las cercanías de las comunidades de Cuturibí Grande y Comuna Cumbijin.

Son unidades aptas para el uso intensivo de la agricultura y cumplen los requisitos de fácil manejo en la mecanización y el riego, sin embargo, esto no quiere decir que no necesiten el aporte de elementos nutritivos y materia orgánica extraídos por las cosechas y la infiltración.

Bajo este nivel de aptitud se encuentran unidades sin limitaciones topográficas, suelos profundos, con texturas medias, fácilmente mecanizables, sin restricciones de riego y con regímenes de temperatura y humedad que ayudan al desarrollo fenológicos para una amplia gama de cultivos.

b) CULTIVOS ANUALES

Se localizan a lo largo del Fondo de Cuenca Interandina, en Salache, La Argentina, Pucarumi, Holguín, Montalvo, Cunchibamba, Guapante Grande, Guapante Chico, Yanchil, San Andrés, Urbina, Píllaro, Samanga, Marcos Espinel, San Juan, Emilio Terán, Sucre, Patate, San Pedro de Pelileo, existen también en las Vertientes Interiores de la Cordillera Occidental en los alrededores de Santa Rosa, Pilahuín, San Francisco, Juan Benigno Vela, Tisaleo, Cevallos y Mocha. Cubre una superficie de 37.745,93 Ha. (8,76%).

Son unidades donde se reduce la posibilidad de elección de cultivos con relación a la clase anterior, ya sea por el impedimento o detrimento de algún factor.

En esta categoría se encuentran los suelos Andic HAPLUDOLLS, Entic EUTRANDEPTS, Typic HAPLUDOLLS, Typic HAPLUSTOLLS, Typic

ARGIUDOLLS, Vitrandic HAPLUDOLLS y Vitrandic HAPLUSTOLLS, los cuales no poseen limitaciones importantes.

La mecanización es fácil y el riego de fácil a difícil; en general demandan prácticas de bajos requerimientos para mejorar su rendimiento. Las características de relieve pueden ser la restricción para la gama de cultivos.

c) CULTIVOS ANUALES CON RESTRICCIONES

Se encuentran en las Vertientes Interiores de la Cordillera Occidental, en las comunidades de San Bartolo, Cachi Bajo, Cuturubí Grande, Yacubamba, El Sunfo, Atocha, Huangibana, Baquerizo Moreno, Huambaló. Su superficie total cubre 12.355,50 Ha (2,86%).

En esta categoría se encuentran los suelos Andic HAPLUDOLLS, Lithic UDIVITRANDS, Typic HAPLUDOLLS, Typic HAPLUSTOLLS, Typic EUTRANDEPTS, Vitrandic HAPLUDOLLS, Vitric EUTRANDEPTS.

Son unidades que están restringidas a un grupo de cultivos (en este caso cultivos andinos resistentes), que presentan limitaciones, y requieren prácticas de manejo de aplicación intensiva en el manejo de obras mecánicas de conservación de suelos (canales de desviación, cercas vivas, terrazas), conservación de las aguas, drenaje, fertilización y enmiendas minerales, además del manejo de diversificación de cultivos. Las prácticas de riego deben ser especializadas y la mecanización es muy difícil.

d) CULTIVOS PERMANENTES

Se encuentran en el Fondo de la Cuenca Interandina, en Mulaló, Alaquez, Colatoa, Patolán, La Galera, Once de Diciembre, La Victoria, San Juan, Belisario Quevedo, San Miguel de Salcedo, Pansaleo, Unamuncho, Chiquicha, Los Andes, Picaigua, Guasipamba, Pinguil, Luz de América, Montalvo. Su superficie total cubre 74.688,12 Ha (17,38%).

En esta categoría se encuentran los suelos Haploduridic DURUSTOLLS, Lithic UDIVITRANDS, Lithic USTIVITRANDS, Typic HAPLUSTOLLS, Typic ARGUUDOLLS, Typic DURUSTOLLS, Typic EUTRANDEPTS, Typic HAPLUDOLLS, Typic USTIPSAMMENTS.

Dentro de esta clase se incluyen tierras que restringen su uso a vegetación semi-permanente y permanente. Requiere prácticas de manejo y conservación más rigurosos y algo difíciles de aplicar. La mecanización, además de complicada, no se la recomienda por el desgaste acelerado del recurso suelo. El riego debe ser totalmente especializado. Por estas razones, esta clase requiere prácticas de manejo especiales como remoción de piedras, control de la erosión y conservación de la humedad mediante siembra en contorno, cultivos en fajas, cultivos de cobertura, rotación de cultivos, sistemas sencillos de terrazas, enmiendas orgánicas animales, aplicación de compost, abono verde, fertilización, enmiendas minerales, y drenajes simples.

e) PASTOS CULTIVADOS

Se ubica en el Fondo de Cuenca Interandina, en los edificios volcánicos y en la sierra alta y fría, en San Juan de Pastocalle, Toacazo, Lasso, Tanicuchí, Guaytacama, Poaló, La Victoria, Pujilí, Latacunga, Alpamalac de Acurios, Saquisilí, Mulalillo, Cachi Bajo, Yanacocha, Izamba, Atahualpa, Mulmul. Quizapincha, Quero. Su superficie total cubre 84.495,56 Ha (19,61%).

En las vertientes y Fondo de Cuenca estos suelos tienen factores limitantes importantes como la pendiente, texturas gruesas, baja fertilidad, poca profundidad. Gran parte corresponde a Typic USTIPSAMMENTS, Typic DYSTRANDEPTS, Typic HAPLOCRYANDS, Lithic USTIVITRANDS, Typic UDIFLUVENTS, Paralithic HYDRANDEPTS, Calcic HAPLUSTOLLS, entre otros.

Son unidades con susceptibilidad a la erosión, por lo que su manejo está encaminado a la protección de suelos. Incluye tierras que por una o varias razones deben ser utilizadas exclusivamente para pastoreo, sin que esto impida alternar con cultivos o con sistemas de manejo (Agro-silvopastoril, silvopastoril, etc.). Si la cobertura vegetal está en buenas condiciones, no habrá necesidad de emplear prácticas o restricciones de carácter especial, pero a fin de obtener una producción satisfactoria, habrán de utilizarse algunas medidas necesarias de conservación, como en el pastoreo, cuidando de no sobrepasar su capacidad de carga.

f) BOSQUES CULTIVADOS

Se localizan en los suelos de las comunidades de Collas, Tingu Chico, San Francisco, Santa Teresita, Ambatillo, Pilahuín, San Bartolomé, El Rosario, Constantino Fernández. Su superficie total cubre 17.935,04 Ha (4,16%).

Comprenden aquellas tierras que, por limitaciones fuertes de suelos, clima, pendientes y otras intrínsecas, no son adecuadas para cultivos ni pastos, pero pueden soportar bosques cultivados. Deberán ser dedicados al desarrollo de la silvicultura, teniendo el doble propósito (protector-productor), con especies nativas y exóticas adaptadas a la zona, de rápido crecimiento.

g) BOSQUE PROTECTOR

Se localizan en los suelos de las comunidades de Macas Grande, Pucará, Clementina, Cucharaguas, La Tranquila, San Rafael Alto, San Rafael Bajo. Su superficie total cubre 42.532,88 Ha (9,87%).

Se localizan en aquellas tierras que presentan limitaciones muy importantes en las características de los suelos, sobre pendientes pronunciadas y condiciones climáticas marginales. En consecuencia, son unidades que requieren del mantenimiento de vegetación natural con fines de protección únicamente.

h) VEGETACIÓN DE PROTECCIÓN

Son unidades que por sus características, necesitan conservarse en su estado natural, debido a que ofrecen mayores ventajas en este estado que en cualquier

otro uso. Su superficie total cubre 160.157,62 Ha (37,18%). Estas unidades incluyen los sistemas glaciares y periglaciares, superpáramo azonal, pajonal, pajonal / matorral, pajonal / rosetas sin tallo, matorral, bosque piemontano, bosque siempre verde montano alto, bosque siempre verde montano bajo, bosque de neblina, surales, humedades y todas las áreas del Sistema Nacional de Áreas protegidas.

El resultado de este análisis se lo puede encontrar en el Mapa 12. Adicionalmente, se puede esquematizar según la superficie que abarca, como se lo muestra en el Cuadro 27.

Cuadro 27.

Superficie de las Clases de capacidad de uso de las tierras

SUPERFICIE DE LAS CLASES DE CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS			
CÓD.	CLASE	SUPERFICIE	
		Ha.	%
1	Bosque protector	42.532,88	9,87
2	Bosques cultivados	17.935,04	4,16
3	Cultivos anuales	37.745,93	8,76
3	Cultivos anuales restricciones	12.350,50	2,86
5	Cultivos permanentes	74.899,13	17,38
6	Horticultura	278,84	0,064
7	Pastos cultivados	84.495,56	19,61
8	Vegetación de protección	160157,62	37,18
0	No Aplica	345,70	0,079
	Total	430741,20	100,00

Fuente: CLIRSEN
Elaboración: Alumnos U.T.C.

4.6. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

En la Subcuenca del Río Patate podemos encontrar 5 Áreas que pertenecen al Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, con una superficie de

78.946,88 Ha., equivalentes al 18,32% del área total de la zona de estudio, contando con dos Parques Nacionales, una Reservas Ecológicas, un área de Recreación y una Reserva de Producción Faunística. (Ver Mapa 7: Áreas naturales protegidas)

La biodiversidad existente en estas áreas protegidas es alta considerando que cubre gradientes altitudinales que inician bajo los 1900 m.s.n.m. y llegan hasta los 6310 m.s.n.m.; ello sumado a la incidencia del clima, la existencia de los Andes y la ubicación ecuatorial, genera un singular ambiente para que se establezcan cantidad de formaciones vegetales, y por ende, una mayor diversidad por unidad de área.

A continuación, en el Cuadro 28. se resumen aspectos importantes de cada una de las Áreas Protegidas existentes al interior de la subcuenca del Río Patate:

La distribución de estas Áreas Protegidas al interior de la zona de estudio se las puede encontrar en el Mapa 7.

Cuadro 28.

Áreas Protegidas al interior de la Subcuenca del Río Patate

ÁREA PROTEGIDA	SUP. TOTAL (Ha.)	%	Nº PLANTAS ENDÉMICAS	Nº DE ESPECIES ANIMALES PRESENTES
EL BOLICHE	243,90	0,30		No específica
PARQUE NACIONAL	13.765,38	17,43	800*	17 especies de mamíferos 37 de aves

COTOPAXI				
PARQUE NACIONAL LLANGANATES	30.684,02	38,86	195*	231 especies de aves 46 especies de mamíferos 23 de anfibios y reptiles
RESERVA ECOLÓGICA LOS ILINIZAS	4161,56	5,27	292* 41 confirmadas	44 especies de mamíferos 47 de anfibios y reptiles 257 especies de aves
RESERVA DE PRODUCCIÓN FAUNÍSTICA CHIMBORAZO	30,090,02	38,11	145*	31 especies de aves

- *Libro rojo de Plantas Endémicas del Ecuador

Fuente: Obtenido desde ECOLAP y MAE

Elaboración: U.T.C.

4.6.1. Área Nacional de Recreación El Boliche

El Área Nacional de Recreación El Boliche (ANRB) se legaliza y delimita mediante Acuerdo Interministerial N° 0322 publicado en el Registro Oficial N° 69 del 26 de julio de 1979. En esa fecha se establece su superficie en 1.077 hectáreas. En el año de 1996, la superficie del área se reduce, debido a un pedido de Aglomerados Cotopaxi (Acosa S.A.) de excluir de su propiedad de los territorios del Parque Nacional Cotopaxi y del Área Nacional de recreación El Boliche (Registro Oficial N° 10 del 23 de agosto de 1996), la reducción que sufrió el área en su superficie de 1077 a 243,90 ha.

Según la codificación de la Ley Forestal (2004), el Patrimonio de áreas naturales del Estado se halla constituido por el conjunto de áreas silvestres que se destacan por su valor protector, científico, escénico, educacional, turístico y recreacional, por su flora y fauna, o porque constituyen ecosistemas que contribuyen a mantener el equilibrio del medio ambiente.

Según la codificación de la Ley Forestal (2004), el área de recreación, para ser declarada tal requiere tener una superficie de 1000 hectáreas o más y deben existir bellezas escénicas, recursos turísticos o de recreación en ambiente natural, fácilmente accesible desde los centros de la población. Al momento, el ANRB tiene una superficie de 243,90 hectáreas por lo que no justificaría si incursión en esta categoría. Sin embargo, actualmente se está revisando este tema en la Dirección Nacional de Biodiversidad, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (DNBAPVS) con el fin de ajustarla categoría a la realidad del ANRB.

El Área Nacional de Recreación El Boliche se encuentra ubicada en los Andes centrales de Ecuador, en el nudo de Tiopullo, donde nacen dos cuencas hidrográficas: los ríos San Pedro y Cutuchi. La primera se dirige hacia el valle de Machachi y la segunda hacia Latacunga.

Esta zona de la cordillera se caracteriza por ser muy húmeda. La precipitación, resultado de la condensación de la humedad y la neblina, produce una gran cantidad de rocío que se vierte sobre el suelo y la vegetación en forma de lluvia permanente durante todo el año (Gallo et al. 1995).

Grandes complejos forestales de pinos y cipreses (200 ha), que se destinan al mercado nacional y extranjero, se sitúan en torno al Área de Recreación. La cobertura vegetal nativa ha sido reemplazada casi por completo por este tipo de plantaciones a consecuencia de la falta de un ordenamiento forestal nacional (SIPAE–EcoCiencia 2005).

El área está compuesta por suelos franco-arenosos-húmedos, que se caracterizan por su gran capacidad de retención de humedad y son de coloración muy negra en zonas frías (Manrique 2006). No obstante, las plantaciones de pino han cambiado las condiciones de humedad de los mismos.

Acorde con la propuesta de clasificación vegetal de Sierra (1999), el área protegida se encuentra en el Sector Centro de la Cordillera Occidental y presenta tres formaciones vegetales: Bosque Siempre verde montano alto conocido como Ceja Andina, páramo herbáceo y páramo de Almohadillas

La fauna del lugar pertenece al piso zoogeográfico Altoandino; sin embargo, no se cuenta con datos actuales del número de especies faunísticas en el Área de Recreación. En los sectores cercanos a los afluentes de agua en las quebradas, se registró la presencia del ratón marsupial común (*Caenolestes fuliginosus*); mientras que en los matorrales de las quebradas, donde predominan los musgos, las musarañas (*Cryptotis thomasi*). Un marsupial muy abundante en los poblados campesinos es la raposa (*Didelphis marsupialis*); (Gallo et al. 1995). Dentro del grupo de los murciélagos se puede mencionar la presencia de *Sturnira*, *Histiotus* y *Myotis*.

Entre los macromamíferos se puede mencionar al puma (*Puma concolor*), avistado por temporadas cuando las poblaciones de venados son grandes. Este animal es de costumbres errantes y se lo ha observado en el sector donde pastan las llamas. También se ha registrado la presencia de venados de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y cervicabras (*Mazama furina*), especies que fueron

manejadas en semicautiverio para su reproducción. Es común encontrar lobos de páramo (*Lycalopex culpaeus*) y chucuri (*Mustela frenata*); (Gallo et al. 1995).

No existe un número exacto de la diversidad de aves del área protegida; sin embargo, es común ver, temprano en la mañana, al gavilán dorsirojo (*Buteo polysoma*), a la torcaza (*Columba fasciata*), a la gralaria leonada (*Grallaria quitensis*) y al mirlo (*Turdus fuscater*), especies muy bien adaptadas al bosque de pino (Gallo et al. 1995). En bosques nativos se pueden observar otras especies tales como: sigchas (*Pipraeida melanonota*) y tangaras (*Tangara vassorii*, *Anisognathus igniventris*, *Dubusia taeniata*, *Thraupis bonariensis*); (Gallo et al. 1995).

4.6.2. Parque Nacional Cotopaxi

En la Cordillera Oriental de los Andes se levanta el complejo volcánico activo de mayor elevación del mundo: el Cotopaxi (5897 m.s.n.m.). Su gran cono posee un cráter de 800 m. de diámetro y 334 m. de profundidad (Barberi et al., 1995) y se caracteriza por su alto grado de peligrosidad.

El Parque Nacional Cotopaxi se encuentra localizado en el flanco oriental de este Volcán, y al norte de la zona de estudio. Se extiende por el noroccidente hasta el Rumiñahui, y por el nororiente hasta el Río Pita que constituye un límite natural. Por lo tanto, presenta un paisaje típicamente volcánico (Paisaje Edificios Volcánicos), alrededor del cual se encuentran lahares, coladas de lava y depósitos de ceniza (Coello et al. 1996 cit. ECOLAP y MAE 2007).

De los volcanes Cotopaxi y Rumiñahui nacen gran cantidad de ríos, entre ellos: Cutuchi, Ambato, San Pedro, Pita, Pedregal, Tamboyacu y Tambo. Las nieves del Cotopaxi son, por lo tanto, muy importantes en la formación de grandes cuencas hidrográficas, lo que se usa tanto para riego como para consumo humano en la parte andina (Coello et al. 1996 cit. ECOLAP y MAE 2007). Además, existe una importante actividad industrial generada por la captación de manantiales y vertientes subterráneas de agua mineral que provienen de los glaciares (Revista Vistazo, 2000). Existen también una serie de pequeñas lagunas, entre las que tenemos: Cajas, Limpiopungo y Santo Domingo (Coello et al. 1996 cit. ECOLAP y MAE 2007).

Las formaciones vegetales presentes en el Parque Nacional Cotopaxi, se caracterizan por el dominio de un solo ecosistema, en virtud de su configuración altitudinal; según la clasificación de Sierra (1999), predomina el Páramo Herbáceo y la Gelidofitia. Sin embargo, el Proyecto Páramo (Mena et al., 2001) divide este último en Superpáramo y Superpáramo Azonal (Coello et al. 1996 cit. ECOLAP y MAE 2007).

En cuanto a la flora, el 85,29% del Parque conserva su vegetación nativa (Ecociencia, 2005), mientras que el Libro Rojo de Plantas Endémicas del Ecuador reporta la existencia de 800 posibles plantas endémicas (Valencia et al., 2000). Existen además, grandes monocultivos de pino (***Pinus radiata***), plantado en 1976, que han reemplazado al páramo natural (Mogollón y Guevara 2004). Según Valencia et al. 2000, entre las principales especies catalogadas como flora

endémica tenemos: **Bomarea glaucesens** (Alismataceae)NT², **Cotopaxia asplundii** (Apiacea)VU*, **Mutisia rimbachii** (Asteraceae)VU*, **Puya retrosa** (Bromeliaceae)LC*, **Lepidium ecuadoriense** (Brassicaceae)VU*, **Centropogon subandinus** (Campanulaceae)NT*, **Myrosmodes rhynchocarpum** (Orchidiaceae)CR*, **Festuca flaca** (Poaceae)NT*, **Aphanes cotopaxiensis** (Rosaceae)VU*, **Solanum lanuginosum** (Solanaceae)CR*.

La fauna se distingue por la presencia de mamíferos como la raposa (**Didelphys albiventris**), ratón marsupial común (**Caenolestes fuliginosus**), ratón topo o musaraña (**Cryptotis equatoris**), murciélago orejón andino (**Histiotus montanus**); puma (Puma concolor); y soche o cervicabra (**Mazama rufina**), entre otros. Alberga alrededor de 80 especies de aves, muchas de ellas acuáticas y migratorias que visitan particularmente la laguna de Limpiopungo. Entre las especies más evidentes de anfibios se encuentran las lagartijas del género **Pholidobolus**, las ranas marsupiales (**Gastrotheca riobambae**) y **Gastrotheca pseustes**) y ranas del género **Eleutherodactylus** (Díaz y Vargas 2004 cit por Vásquez). En cuanto a los reptiles están presentes la guagsa (**Stenocercus quentheri**) y la lagartija (**Pholidobolus montium**) (Coello et al. 1996 cit. ECOLAP y MAE 2007).

4.6.3. Parque Nacional Llanganates

Fue creado en 1996 y se ubica en la zona central del territorio ecuatoriano (al Este de la zona de estudio), entre cuatro provincias: Cotopaxi, Tungurahua, Napo

² CR= En peligro crítico, VU= Vulnerable, NT= Casi Amenazado, LC= Preocupación menor según Valencia et al., 2000.

y Pastaza. Cubre los paisajes de Sierra Alta y Fría y Estribaciones Exteriores de la Cordillera Oriental. Tiene un rango altitudinal que varía desde los 1200 hasta los 4638 m.s.n.m. (Cima del Cerro Hermoso) (Coello et al. 1996 cit. ECOLAP y MAE 2007).

Cubre extensas áreas de páramos muy húmedos de pastizales y de bambú enano, incluyendo páramos de frailejones, así como bosques achaparrados, altoandinos, nublados y piemontanos en la estribación amazónica de los Andes. La diversidad de ecosistemas dentro del Parque es alta. Aunque la mayoría de bosques y páramos se mantienen en estado primario, hay también zonas de vegetación secundaria y alterada, junto con zonas agrícolas y ganaderas y pequeñas poblaciones. Llanganates sirve como reservorio de agua para poblaciones cercanas, incluyendo las ciudades de Ambato y Baños (Coello et al. 1996 cit. ECOLAP y MAE 2007).

Cuenta con lagunas como Pisayambo, Yanacocha, Aucacocha y Rodeococha, Tambo, Pillopaxi, Patojapina y Antejos. Sobresale el sistema lacustre de Pisayambo, ubicado al norte de la Cordillera de los Llanganates, ya que tiene gran importancia para el país por el funcionamiento del proyecto hidroeléctrico que se desarrolló con los recursos hídricos que se originan en la zona.

Según la clasificación de vegetación para el Ecuador continental propuesta por Sierra (1999), el Parque Nacional Llanganates se encuentra ubicado en la subregión norte de la Cordillera Oriental y se subdivide en los siguientes tipos de vegetación (Valencia et al. 1999 cit. Por Vargas et al. 2000): Páramo Herbáceo, de Frailejones, de Almohadillas, Pantanoso, Herbazal Lacustre Montano Alto,

Bosque Siempre Verde Montano Alto, Bosque de Neblina Montano y Bosque Siempre Verde Montano Bajo.

Las diversas características del suelo que sustentan la vegetación y las formaciones geológicas del Parque Nacional Llanganates, determinan que esta zona contenga una de las más importantes y desconocidas riquezas de flora de la región andina del Ecuador (Coello et al. 1996 cit. ECOLAP y MAE 2007). El Parque presenta 195 especies de plantas endémicas en la cuenca del Pastaza, de las cuales 91 son orquídeas. Además tiene más de 800 especies de plantas vasculares, incluyendo algunas raras y endémicas de la región que no se habían registrado antes (Freile y Santander cit. ECOLAP y MAE 2007). Se encontraron nuevos registros para el país como *Libertia sp.* (Iridaceae) y *Allophylus sp.* (Sapindaceae). Es importante destacar que en el bosque de Machay, existe quizás la única población natural de un árbol endémico para la zona de Tungurahua y los Llanganates: *Zapoteca aculeata* (Fabaceae).

El componente de fauna del Parque Nacional Llanganates está conformado por: 231 especies de aves, 46 de mamíferos y 23 de anfibios y reptiles. Los órdenes más abundantes de mamíferos son Chiroptera y Rodentia. Dentro de los macromamíferos hallados se puede nombrar al tapir andino (*Tapirus pinchaque*), oso de anteojos (*Tremactos ornatos*), cervicabra (*Mazama rufina*), venado de cola blanca (*Odocoileus viriginianus ustus*), lobo (*Lycalopex culpaeus*), sachacuy (*Cuniculus Taczanowskii*), y conejo de monte (*Sylvilagus brasiliensis*). Adicionalmente, se encontró al mono nocturno (*Aotus lemurinus*) y se amplió el rango altitudinal del ratón andino (*Akodon aerosus*) (3710 m.), que sólo se lo

había reportado entre los 1000 – 3000 m.s.n.m. (Castro y Román 2000 cit. ECOLAP y MAE 2007). También constituye un área importante para las aves (IBA), basado en la presencia de 8 especies endémicas de la Sierra; dos especies con distribución restringida en los Andes ecuatorianos; cinco especies migratorias; y al menos 7 especies amenazadas. En cuanto a anfibios y reptiles., se han registrado un total de 21 especies de anuros, un caudado ***Bolitoglossa palmata*** (Plethodontidae) y un reptil ***Dactyloa sp.*** (Ortiz y Morales 2000 cit. ECOLAP y MAE 2007).

De acuerdo al análisis realizado por Vázquez et al. (2000), el Parque sufre una importante presión por la expansión de la frontera agropecuaria, la quema de pajonales, el pastoreo de ganado en el páramo y la extracción ilegal de madera. Otras actividades como la introducción de peces exóticos (truchas) en los ríos y lagunas tienen un mediano impacto, aunque no se ha estudiado esta amenaza a fondo. Adicionalmente, la construcción de obras de infraestructura, como la carretera Salcedo - Tena y represas para proveer de agua a Ambato, pueden constituir amenazas serias, en particular la carretera, por facilitar el ingreso y la colonización del Parque.

4.6.4. Reserva ecológica Los Ilinizas

Se localiza en la Cordillera Occidental de los Andes, entre las elevaciones Corazón y Los Ilinizas que conforman una barrera geológica que impide el paso, hacia el Callejón Interandino, del vapor de agua proveniente de las zonas costeras, lo que favorece la formación de microcuencas hidrográficas (MAE

1996). En su territorio domina el paisaje de Edificios Volcánicos. El estrato volcánico Los Ilinizas se encuentra en estado latente y tiene dos cumbres: la Cima Sur (5303 m.s.n.m) y la Cima Norte (5116 m.s.n.m.).

En el área de amortiguamiento se distinguen fundamentalmente dos cuencas: la del Río Toachi, más grande, y la del Río Pilatón. Por otro lado, las subcuencas principales que atraviesan la Reserva son los ríos Zarapullo, Corazón y Santa Ana, de cauce definido y velocidad de corriente rápida (MAE, 1996).

Según la propuesta de Clasificación Vegetal de Sierra (1999) la Reserva presenta 8 formaciones vegetales: Bosque Siempre Verde Piemontano, Bosque Siempre Verde Montano Alto, Bosque Siempre Verde Montano Bajo, Bosque de Neblina Montano, Matorral Húmedo Montano, Páramo Herbáceo, Páramo Seco y Gelidofitia.

Con base en el Libro Rojo de Plantas Endémicas del Ecuador se establece la posible existencia de 292 especies endémicas en la Reserva, entre ellas 41 confirmadas que incluyen: **Anthurium subcoerulescens** (Arecaceae) VU*; **Monticalia microdon** (Asteraceae) VU³; **Draba aretiodes** (Brassicaceae) EN*; **Eudema nubigena** (Brassicaceae) EN*; **Macleania loeseneriana** (Ericaceae)VU*; **Geranium chimborazense** (Geraniaceae) VU*; **Calamagrotis aurea** (Poaceae) VU*; **Lachemilla jamesonii** (Rosaceae) VU*; **Polylepis reticulata** (Rosaceae) VU*; **Palicourea calothysus** (Rubiaceae) VU*; **Calceolaria adontophylla** (Scrophulariaceae) EN*. (Coello et al. 1996 cit. ECOLAP y MAE 2007).

³ CR= En peligro crítico, VU= Vulnerable, NT= Casi Amenazado, LC= Preocupación menor según Valencia et al. 2000

Aunque el conocimiento de los animales presentes dentro de esta Reserva es escaso se reporta la presencia de 44 especies de mamíferos, 47 especies de anfibios y reptiles y por estudios adicionales se sabe de la existencia de 257 aves, sin embargo, estos números no representa la diversidad real de la Reserva (Coello et al. 1996 cit. ECOLAP y MAE 2007). Freile y Chávez (2004) reportan números importantes de pájaros en bosques cercanos a la misma.

4.6.7. Reserva de Producción Faunística Chimborazo

Fue creada el 26 de octubre de 1987, y cubre una superficie de 58560 Ha. localizadas entre las provincias de Chimborazo, Tungurahua y Bolívar, con altitudes que van desde los 3800 hasta los 6310 m.s.n.m. (Revista Vistazo, 2000). El mayor atractivo de esta área son las dos altas montañas que protege: el volcán Chimborazo, de 6310 m.s.n.m., considerado el nevado más alto del Ecuador, y el Carihuairazo, de 5020 m.s.n.m. (Paredes, 2005). Además de este paisaje, que corresponde al de Edificios Volcánicos, también hay presencia del paisaje Sierra Alta y Fría.

El 90% de las aguas de los deshielos va hacia el oriente y el 10% restante al occidente, alimentando al sistema del Río Guaranda. Las subcuencas de los ríos Ambato y Chambo forman parte de la Cuenca Alta del Río Pastaza. Como todos los nevados, el Chimborazo constituye un gigantesco reservorio de agua en estado sólido, importante para el abastecimiento de la agricultura, el consumo humano y animal, en períodos de estiaje (ECOLAP y MAE 2007).

Según el sistema de clasificación vegetal propuesto por Sierra (1999), la Reserva posee cuatro formaciones: Bosque Siempre Verde Montano Alto, Páramo Herbáceo, Páramo Seco y Gelidofita.

La flora se distingue por sectores cubiertos por matorrales y relictos de bosque andino, con especies forestales valiosas para la conservación. En quebradas, que tienen mayor humedad y están más protegidas del viento, se pueden encontrar poblaciones de árboles de papel (*Polypepis reticulata*) y de “quishuares” (*Buddleja incana*). Otra flora representativa es la “oreja de conejo” (*Culcitium sp.*), la “genciana” (*Genciana sp.*, *Gentianella sp.*), el “romerillo” (*Hypericum laricifolium*), algunas “valerianas” (*Valeriana microphyllum*, *Valeriana sp.*), y el “sacha chocho” (*Lupinus pubescens*) (ECOLAP y MAE 2007). Hay que mencionar que según Valencia et. al (2000) existen en la Reserva 145 especies endémicas, de las cuales 7 son consideradas con importancia para la conservación, ya que presentan una categoría de amenaza y corresponden a las familias Asteraceae, Bromeliaceae, Geraniaceae.

En cuanto a mamíferos, la familia Camelidae es la principal que habita esta Reserva, existen vicuñas (*Vicugna vicugna*), alpacas (*Lama pacos*) y llamas (*Lama glama*). Además es posible encontrar lobos de páramo (*Lycalopex culpaeus*), venados de páramo (*Odocoileus virginianus ustus*), chucuris (*Mustela frenata*), zorillos (*Conepatus semistriatus*), conejos (*Sylvilagus brasiliensis*) y algunas especies de roedores (*Akodon mollis*, *Phyllotis andinum*, *Thomasomys paramorum*) (Gallo et. al. 1992). Se han identificado 31 especies, entre ellas: curianguines (*Phalcoboenus carunculatus*), guarros (*Geranoaetus melanoleucus*), colibrí estrella ecuatoriano (*Oreotrochilus*

Chimborazo) y cóndor (**Vultur gryphus**). En las lagunas Cocha Negra y en las lagunas de invierno de los páramos de Urbina en Abraspungo existen patos de páramo (**Anas andinum**), zumbadores (**Gallinago stricklandii**), gaviotas de páramo (**Larus serranus**) y ligles (**Vanellus resplendens**) (Paredes 2005).