



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL
MEDIO AMBIENTE**

PROYECTO DE GRADO

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO DE LAS CUENCAS DE
LOS RIOS PITA Y SAN PEDRO**

POR

**DIANA MARIA HERNANDEZ CAICEDO
DANIEL ENRIQUE LARA BUENAÑO**

Proyecto presentado como requisito parcial para la obtención del Título de:

INGENIERO GEÓGRAFO Y DEL MEDIO AMBIENTE

SANGOLQUÍ - ECUADOR

2005

ÍNDICE

	Pg.
Portada	
Certificación	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Índice	v
Resumen	xi
Summary	Xii

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

1.1	Generalidades	1
1.2	Antecedentes	3
1.2.1	Localización del área de estudio	3
1.2.2	Justificación	5
1.3	Objetivos	6
1.3.1	Objetivo general	6
1.3.2	Objetivos específicos	6
1.4	Metas	6
1.5	Alcance	6

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

2.1	La Cuenca Hidrográfica	8
2.1.1	Componentes de una Cuenca Hidrográfica	9
2.1.2	La Cuenca Hidrográfica como Sistema	9
2.1.3	Manejo de Cuencas Hidrográficas	10
2.2	Diagnóstico Físico Conservacionista	12
2.3	Zonificación Ecológica Económica	14
2.4	Plan de Manejo	15
2.5	Sistema de Información Geográfica	15
2.5.1	El SIG como herramienta del Plan de Manejo	16
2.5.2	Sobreposición de Mapas	16
2.5.3	Análisis Cartográfico	17

CAPÍTULO 3 METODOLOGÍA

3.1	Caracterización del Área de Estudio	18
3.2	Diagnóstico Físico Conservacionista	18
3.2.1	Sectorización de la Cuenca	19
3.2.2	Cálculo del Valor de la Fórmula Descriptiva	19
3.3	Zonificación Ecológica Económica	19
3.4	Plan de Manejo	21
3.5	Cartografía Recopilada y Desarrollada	21
3.5.1	Especificaciones Técnicas	21

CAPÍTULO 4 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1	Análisis del Componente Abiótico	36
4.1.1	Fisiografía y Relieve	36
4.1.2	Geología	37
4.1.3	Geomorfología	38
4.1.4	Hidroclimatología	39
4.1.4.1	Clima	39
4.1.4.2	Hidrografía	40
4.1.4.3	Uso del agua	41
4.1.5	Análisis Morfométricos	43
4.1.5.1	Área de la cuenca	43
4.1.5.2	Perímetro	43
4.1.5.3	Longitud Axial	44
4.1.5.4	Ancho Promedio	44
4.1.5.5	Forma	44
4.1.5.5.1	Factor Forma	44
4.1.5.5.2	Coeficiente de Compacidad	45
4.1.5.5.3	Índice de Alargamiento	46
4.1.5.5.4	Índice de Homogeneidad	47
4.1.5.5.5	Índice Asimétrico	47
4.1.5.6	Elevaciones	48
4.1.5.6.1	Altitud Media	48
4.1.5.6.2	Mediana de Altitud	49
4.1.6	Morfometría Hidrográfica	51
4.1.6.1	Sistema de Drenaje	51
4.1.6.1.1	Densidad de drenaje	51

4.1.6.1.2	Tipo de sistemas de drenaje	52
4.1.7	Suelos	54
4.1.7.1	Uso Actual	56
4.1.8	Peligros Naturales	56
4.1.8.1	Peligro Volcánico	58
4.1.8.2	Riesgo Sísmico	59
4.1.8.3	Peligros Asociados a procesos gravitacionales	61
4.1.8.4	Otros Peligros	62
4.2	Análisis del Componente Biótico	63
4.2.1	Ecoclimatología	63
4.2.1.1	Clasificación de las Zonas de Vida	63
4.2.2	Flora	66
4.2.3	Fauna	69
4.3	Análisis del Componente Socioeconómico	71
4.3.1	Lineamientos generales	71
4.3.2	Densidad Poblacional	72
4.3.3	Distribución de la Población	73
4.3.4	Población Económicamente Activa	74
4.3.5	Infraestructura Educativa	76
4.3.6	Infraestructura de Salud	76

CAPÍTULO 5

DIAGNÓSTICO FÍSICO CONSERVACIONISTA

5.1	Sectorización de la cuenca	78
5.2	Fórmula Descriptiva	79
5.2.1	Clima	80
5.2.1.1	Zonas de Vida	80
5.2.1.2	Degradación Específica	81
5.2.2	Relieve	86
5.2.2.1	Sedimentos Medidos	86
5.2.2.2	Pendiente Media	88
5.2.3	Geología	88
5.2.3.1	Litología	88
5.2.3.2	Erodabilidad	89
5.2.4	Vegetación	89
5.2.4.1	Cobertura Actual del Proceso Erosivo	89
5.2.4.2	Cobertura Vegetal	90
5.3	Flujo de Información Cartográfica para determinación Susceptibilidad	92
5.4	Resultados del Diagnóstico Físico Conservacionista	93

5.5	Interpretación de las Fórmulas Descriptivas	94
5.5.1	Subcuenca del Río San Pedro	94
5.5.2	Subcuenca del Río Pita	116
5.6	Determinación de Prioridades	123

CAPITULO 6

ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA SOCIOECONÓMICA

6.1	Aspectos Generales	124
6.2	Cartografía de Síntesis	124
6.2.1	Capacidad de Uso de la Tierra	124
6.2.1.1	Metodología	125
6.2.2	Conflictos Ambientales	130
6.2.2.1	Metodología	131
6.2.3	Uso Potencial	132
6.2.3.1	Metodología	133
6.2.3.2	Descripción de las Unidades de Uso Potencial	134
6.2.3.3	Sistemas Agroproductivos y Medidas de Conservación	139
6.2.4	Síntesis Socioeconómica	144
6.2.4.1	Metodología	144
6.2.4.2	Zonas Socioeconómicas	147
6.3	Zonas Ecológicas Socioeconómicas	148
6.3.1	Flujo de Información Cartográfica para la ZEE	149
6.3.2	Descripción de las Zonas Ecológicas Socioeconómicas	150

CAPÍTULO 7

PROPUESTA DEL PLAN DE MANEJO

7.1	Lineamientos Generales	161
7.2	Programas Específicos de Manejo	161

CAPÍTULO 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1	Conclusiones	173
8.2	Recomendaciones	177

ANEXOS

ANEXO A: MAPAS

- Anexo A.1: Mapa Base
- Anexo A.2: Mapa Geológico
- Anexo A.3: Mapa Geomorfológico
- Anexo A.4: Mapa de Densidad de Drenaje
- Anexo A.5: Mapa de Suelos
- Anexo A.6: Mapa de Uso Actual y Cobertura Vegetal
- Anexo A.7: Mapa de Zonas de Vida
- Anexo A.8: Mapa de Microcuencas
- Anexo A.9: Mapa de Degradación Específica
- Anexo A.10: Mapa de Aporte de Sedimentos
- Anexo A.11: Mapa de Pendientes
- Anexo A.12: Mapa de Erodabilidad
- Anexo A.13: Mapa de Cobertura Actual del Proceso Erosivo
- Anexo A.14: Mapa de Susceptibilidad a la Erosión
- Anexo A.15: Mapa de Áreas Protegidas
- Anexo A.16: Mapa de Capacidad de uso de la Tierra
- Anexo A.17: Mapa de Conflictos
- Anexo A.18: Mapa de Uso Potencial
- Anexo A.19: Mapa de Síntesis Socioeconómica
- Anexo A.20: Mapa de Zonificación Ecológica Socioeconómica

ANEXO B: CUADROS

- Anexo B.1: Altitud Media Río Pita
- Anexo B.2: Altitud Media Río San Pedro
- Anexo B.3: Mediana de Altitud Río Pita
- Anexo B.4: Mediana de Altitud Río San Pedro
- Anexo B.5: Simbología de las Zonas de vida
- Anexo B.6: Grado de Semejanza de la Vegetación Existente
- Anexo B.7: Simbología de la Degradación Específica
- Anexo B.8: Simbología Aporte de Sedimentos
- Anexo B.9: Simbología de la Pendiente Media
- Anexo B.10: Disgregabilidad de la Rocas
- Anexo B.11: Susceptibilidad a la Erosión
- Anexo B.12: Simbología de la Cobertura Actual del Proceso Erosivo
- Anexo B.13: Caracterización de la Cobertura Vegetal

Anexo B.14: Simbología de la Cobertura Vegetal

ANEXO C: FOTOS

Anexo C: Foto 1	Fisiografía y Relieve
Anexo C: Foto 2	Geología
Anexo C: Foto 3	Geomorfología
Anexo C: Foto 4	Río San Pedro
Anexo C: Foto 5	Río Pita
Anexo C: Foto 6	Río Santa Clara
Anexo C: Foto 7	Suelos
Anexo C: Foto 8	Uso Actual
Anexo C: Foto 9	Zonas de Vida
Anexo C: Foto 10	Flora
Anexo C: Foto 11	Fauna
Anexo C: Foto 12	San Rafael
Anexo C: Foto 13	Machachí
Anexo C: Foto 14	Caudales
Anexo C: Foto 15	Erosión
Anexo C: Foto 16	Capacidad de Uso
Anexo C: Foto 17	Conflictos
Anexo C: Foto 18	Zonas Ecológicas Socioeconómicas
Anexo C: Foto 19	Zonas Ecológicas Socioeconómicas

ANEXO D: LEYENDAS

Anexo D: Leyenda 1	Geología
Anexo D: Leyenda 2	Geomorfología
Anexo D: Leyenda 3	Suelos
Anexo D: Leyenda 4	Uso Actual y Cobertura Vegetal

ANEXO E: FIGURAS

Anexo E: Figura 1	Coefficiente de Fourier
-------------------	-------------------------

RESUMEN

La presente Propuesta de Plan de Manejo de las cuencas hidrográficas de los ríos Pita y San Pedro es el resultado de la aplicación de métodos interpretativos, en base a diferentes tipos de información disponible con el apoyo de herramientas cartográficas, para la determinación de programas y actividades.

A partir de la caracterización de los componentes físicos, bióticos y socioeconómicos se determinó, en un inicio, el estado de deterioro o conservación de las microcuencas. Posteriormente se realizó una zonificación ecológica económica para identificar áreas donde ciertos usos específicos pueden ser introducidos, áreas con los mismos problemas, así como áreas de importancia que necesitan de protección o conservación.

Para estas áreas se identificaron y formularon programas de acuerdo a sus condiciones, limitantes y potencialidades a fin de promover la armonía entre el mejor uso de los recursos, la protección y la conservación.

El presente estudio constituye una herramienta de planificación para la toma de decisiones que conlleven a un uso sustentable de los recursos naturales, una ocupación integral y equilibrada del territorio y en general para la gestión del desarrollo.

SUMMARY

This Pita and San Pedro river basins management plan is a result of interpretative methods, based in different kinds of information available, using cartographic tools to formulate programs and activities.

Since the characterization of physical, biotic and socioeconomic components, it's known the degree of conservation or degradation of each basin. Then an EEZ was made to identify areas with special needs and problems where particular uses may be encouraged, as well as important areas which require protection or conservation.

For these areas were identified and formulated programs according to their condition, limitations and potentialities to get armory between the optimal use or non-use of the land, protection and conservation of natural resources.

This study constitute a planning tool to make decisions that leads to a sustainable use of natural resources, an integral and balanced land occupation and overall to the management of development.

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

La degradación acelerada de los recursos naturales y el ambiente, el aumento de la población, el aumento de la actividad humana, la pobreza así como un alto riesgo y vulnerabilidad a los desastres naturales, caracterizan la mayor parte de esta zona del país. Las zonas antes ricas en vegetación son cada día más erosionadas por los grandes desequilibrios naturales y acelerada desaparición de las especies vegetales y animales. Se suma a esto, las consecuencias económicas sociales y culturales que implica: zonas fértiles productivas convertidas en zonas áridas improductivas que son pérdidas para el agricultor y la imposibilidad del trabajo agropecuario; migración del campesino a áreas urbanas y suburbanas obligándolo a vender su fuerza de trabajo en actividades diferentes a las tradicionales, con el consecuente empobrecimiento que esto trae en si mismo.

El uso indiscriminado de los recursos naturales de la cuenca crea serios problemas ambientales y de agotamiento de dichos recursos (Ver Figura 1.1).

Aspectos como deforestación, minería, construcción de vías, urbanizaciones, uso agropecuario, canalizaciones de cauces, usos de las planicies de inundación, drenado de pantano, etc. ocasionan efectos inevitables en el ecosistema CUENCA que pueden afectar seriamente el desarrollo de las sociedades en el presente y en el futuro si no se toma en cuenta su conservación.

Figura 1.1: Cuenca sin manejo



Fuente: www.fpolar.org.ve/agua/Lara

Muchos de los problemas pueden evitarse o reducirse notablemente aplicando medidas de prevención a través de una buena planificación y de políticas de conservación adecuadas (Ver Figura 1.2).

Para ello se requiere un conocimiento detallado de los procesos que ocurren mediante un análisis, así como de los efectos que originan los diferentes usos de la cuenca y de las técnicas de manejo y conservación. Esto convierte al Manejo de Cuencas en un tema muy importante y de actualidad en el desarrollo de las poblaciones.

Figura 1.2: Cuenca con manejo



Fuente: www.fpolar.org.ve/agua/Lara

1.2 ANTECEDENTES

En el Ecuador, el manejo de cuencas hidrográficas se ha enfocado a resolver problemas de suministro de agua para riego, generación de energía hidroeléctrica y abastecimiento de agua potable, sin darle la importancia suficiente a la producción y manejo sustentable de los recursos naturales, que permita a la población cercana a las vertientes su permanencia en el campo, en condiciones que reduzcan el acelerado deterioro actual.

El inicio del manejo de cuencas se da a partir de la "finca integrada", es decir, teniendo como base un trabajo de sus componentes: conservación de suelos, asociación de cultivos, pastos y animales, riego parcelario, agroforestación, etc., que deben estar presentes en cada finca. El objetivo era promover el cambio de actitud de los campesinos y manejar adecuadamente los recursos naturales que les permita un incremento en sus producciones, mejores ingresos y una sustentabilidad ecológica.

En los últimos años se ha comenzado a trabajar con estrategias para el manejo de los recursos de la cuenca considerando que estos no actúan solos sino que interactúan entre sí. Así el manejo de una cuenca hidrográfica corresponde al uso racional que el hombre haga de los recursos naturales (suelo, flora, fauna) que existen dentro de sus linderos, y no debe ser orientado simplemente a resolver los problemas del suministro del agua.

1.2.1 Localización del Área de Estudio

El área de estudio ha sido definida considerando la totalidad de la cuenca del Río Pita y la del Río San Pedro hasta la confluencia de los mismos. La superficie total es de aproximadamente 133841 Has. Las coordenadas geográficas de los puntos extremos son:

Superior Izquierdo:

Coord. Geográficas: 0° 17' 18'' Latitud Sur y 78° 43' 18'' Longitud Oeste

Coord. Planas: E 753600.00 N 9968110.00

Superior Derecho:

Coord. Geográficas: 0° 17' 18'' Latitud Sur y 78° 14' 07'' Longitud Oeste

Coord. Planas: E 807753.00 N 9968110.00

Inferior Izquierdo:

Coord. Geográficas: 0° 41' 01'' Latitud Sur y 78° 43' 18'' Longitud Oeste

Coord. Planas: E 753600.00 N 9924353.00

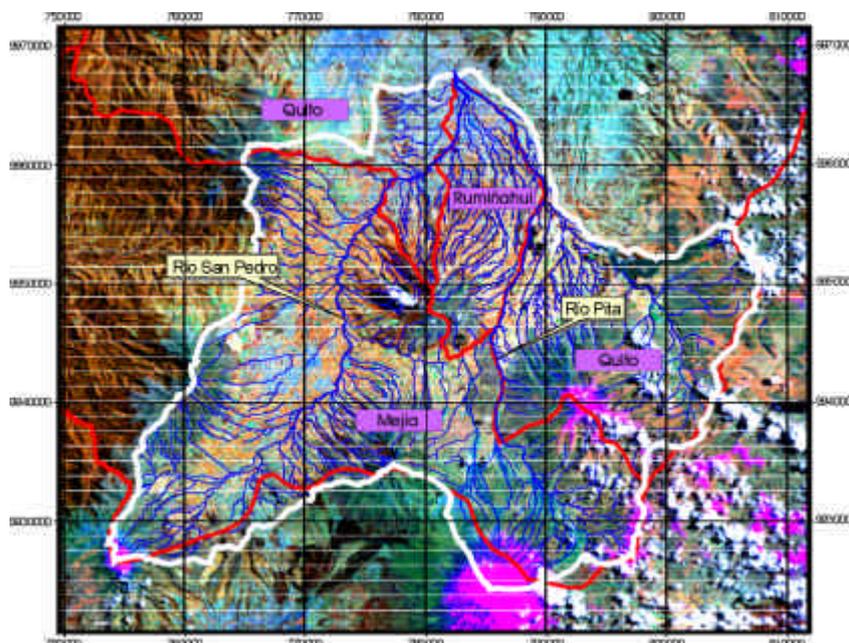
Inferior Derecho:

Coord. Geográficas: 0° 41' 01'' Latitud Sur y 78° 14' 07'' Longitud Oeste

Coord. Planas: E 807753.00 N 9924353.00

El proyecto considerando la división política del Ecuador se encuentra casi en su totalidad en la provincia de Pichincha y lo restante en la provincia de Cotopaxi. Contiene en su mayoría al Valle de los Chillos, se extiende desde la divisoria de aguas de los volcanes Inizas, Rumiñahui y Cotopaxi al sur, Sincholagua al este, Corazón y Atacazo al oeste y al norte hasta la confluencia de los ríos Pita y San Pedro. (Ver Figura 1.3)

Figura 1.3 Localización del área de estudio



1.2.2 Justificación

El alto índice de crecimiento demográfico del Cantón Rumiñahui hace cada vez más necesario el aumento de la producción agrícola para poder satisfacer la necesidad alimenticia. Científicos y planificadores concuerdan en que una agricultura sana sólo puede sustentarse sobre la base de recursos naturales estables, resaltando la importancia de mantener y mejorar la productividad de los suelos y estableciendo la necesidad de invertir más esfuerzos en la conservación y rehabilitación de las cuencas.

La deforestación, el sobrepastoreo, el uso inadecuado de la tierra, las prácticas agrícolas, industriales, energéticas y domésticas inadecuadas, la falta de lineamientos, políticas y acciones integradas en la mayoría de cantones han llevado a un preocupante estado de deterioro de la mayoría de las cuencas hidrográficas, con efectos ya evidentes sobre la reducción en la disponibilidad y calidad del agua, degradación del suelo y el aumento de la vulnerabilidad a desastres naturales.

Esta situación demanda la gestión y manejo de cuencas, analizando las dimensiones biofísicas con las socioeconómicas y la protección del ambiente. Ello requiere de enfoques, estrategias y conocimientos modernos sobre manejo de cuencas hidrográficas a fin de lograr un uso y manejo adecuado de los recursos naturales y la recuperación de los que ya han sido deteriorados.

Las autoridades concientes de esta problemática y en su afán de evitar las desigualdades y consecuentemente un deterioro en la calidad de vida de los habitantes, ha impulsado el proceso de planificación estratégica con la participación de todos los sectores sociales del cantón.

El desarrollo de este proyecto representa el paso inicial para la realización del Plan Integral de Manejo de Cuencas Hidrográficas.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

- Elaborar una propuesta de un Plan de Manejo de las Cuencas de los Ríos Pita y San Pedro que constituya una guía para buscar la armonía entre el mejor uso del recurso suelo, su protección y conservación, regulando las actividades permitidas, por medio de una zonificación con programas, usos y actividades orientados a un desarrollo que integre las comunidades con el ambiente.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar las condiciones actuales a través del desarrollo del diagnóstico físico-conservacionista para cada una de las microcuencas del área del proyecto.
- Obtener información básica necesaria para la caracterización de la zona en estudio.
- Determinar conflictos provocados por el uso actual del suelo.

1.4 METAS

- Mapa base de la zona.
- Recopilación y elaboración de cartografía temática de cada componente.
- Diagnóstico físico conservacionista.
- Zonificación Ecológica Económica de la zona.

1.5 ALCANCE

El presente documento sintetiza los resultados tanto del diagnóstico como de la zonificación, dando una visión general y clara de lo que sucede y de lo que debería acontecer en el futuro de la zona en base a la información cartográfica disponible.

La información utilizada para el desarrollo del presente trabajo es una recopilación de documentos elaborados por diferentes instituciones nacionales que conforman la fuente de información más actual disponible al momento de la realización de este estudio.

Este documento servirá de punto de partida para los estudios sectoriales específicos que se realizarán para la formulación de proyectos de desarrollo.

CAPITULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1 LA CUENCA HIDROGRÁFICA

“La cuenca se la puede definir como una unidad territorial y ambiental delimitada por una línea divisoria de aguas que tributa a una red natural de drenaje; que tiene una salida única. En su interior se encuentran contenidos los recursos naturales (agua, suelo, vegetación y fauna) interactuando y dependientes entre sí. Esta interdependencia debe considerarse para poder tratarlos y así alcanzar el desarrollo sostenible en las actividades humanas” (CAMAREN, 1999). Los límites de la cuenca o divisoria de aguas se definen naturalmente y en forma práctica corresponden a las partes más altas del área que encierra un río.

De acuerdo al Instituto Nacional Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre (INEFAN), las diferentes unidades hidrográficas según su extensión se clasifican en:

- Sistema: Mayor a 300.000 has
- Cuenca: 100.000 a 300.000 has
- Subcuenca: 15.000 a 100.000 has
- Microcuenca: 4.000 a 15.000 has
- Minicuenca o Quebrada: Menor a 4.000 has

Subcuenca, al igual que la cuenca es una unidad de drenaje pero de menor superficie, que forma parte de esta, constituyendo un tributario de la misma, es decir, una cuenca que sale o que drena a una cuenca más grande.

Microcuenca y Minicuenca son unidades mínimas territoriales de drenaje dentro de una cuenca. Las microcuencas son tributarias de una subcuenca y las minicuenas son tributarias de una microcuenca.

Según la propuesta de División Hidrográfica presentada por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), en el país existen: 31 sistemas hidrográficos de los cuales 24 pertenecen a la vertiente del Pacífico, incluido los territorios insulares y 7 a la vertiente del Amazonas. Así mismo en 79 Cuencas Hidrográficas, 72 pertenecen a la vertiente del Pacífico, 2 de las cuales son Islas (Puna e islas Galápagos) y 7 a la del Amazonas. Además 137 subcuencas, 101 en la vertiente del Pacífico y 36 en la del Amazonas.

2.1.1 Componentes de una Cuenca Hidrográfica

Los principales componentes de una cuenca hidrográfica son:

- Físicos (Abióticos): geológicos, geomorfológicos, climáticos, hídricos y edáficos.
- Biológicos (Bióticos): flora, fauna y ecológicos.
- Socio-Económicos y Culturales: población, actividad económica, educación y salud.

El estudio de estos componentes permite una caracterización de la zona en estudio.

2.1.2 La Cuenca Hidrográfica como Sistema¹

La cuenca hidrográfica concebida como un sistema dentro del medio ambiente está compuesta por las interrelaciones de los subsistemas social, económico, demográfico y biofísico (biótico y físico).

¹Considerar como un todo la interacción de los elementos constitutivos de la cuenca (agua, suelo, vegetación, etc).

La visión de la cuenca como sistema simplifica gran cantidad de variables que intervienen en ella permitiendo un mejor entendimiento de su funcionamiento, simplificación de problemas y una rápida y efectiva búsqueda y aplicación de soluciones.

La cuenca hidrográfica se puede definir dentro de las perspectivas de los sistemas como: Un territorio caracterizado por un sistema de aguas que fluyen a un mismo río, lago o mar y cuyas modificaciones se deben a la acción o interacción de los subsistemas sociales y económicos que encierra (PROMACH, 2002).

2.1.3 Manejo de Cuencas Hidrográficas

Se entiende por manejo de cuenca al conjunto de acciones que se llevan a cabo para lograr un buen uso de los recursos naturales existentes en su ámbito geográfico, con la finalidad de darle sostenibilidad en el tiempo, contribuyendo de este modo al bienestar del hombre (VASQUEZ, 1990).

El manejo de cuencas es una ciencia y un arte que trata de la gestión para lograr el uso apropiado de los recursos naturales en función de la intervención humana y sus necesidades, propiciando al mismo tiempo la sostenibilidad, la calidad de vida, el desarrollo y el equilibrio ambiental (PROMACH, 2002).

El Ciclo Hidrológico

El Ciclo Hidrológico es la sucesión de cambios que sufre el agua en la hidrosfera y que obedece a leyes físicas (VASQUEZ, 1990). El ciclo hidrológico comienza con la evaporación de las superficies libres de agua, que asciende hacia la atmósfera y a cierta altura se condensa para formar las nubes, las mismas que producen la precipitación; parte de ésta es interceptada por la vegetación, otra se convierte en flujo superficial para formar los ríos, que van a desembocar a los lagos y océanos y otra se infiltra en el suelo para formar agua subterránea.

Del análisis de este ciclo se ha estimado que cerca del 96.5% del agua del planeta se encuentra en los océanos y el 3.5% en la tierra, del cual el 1.7% se encuentra en los polos, 1.70% en manantiales y acuíferos y solamente el 0.1% agua superficial y atmosférica (VASQUEZ, 1990).

De esta manera se evidencia que en realidad se dispone de una pequeña cantidad de agua para el uso directo del ser humano si la comparamos con la cantidad total que existe en la tierra, razón por lo cual es muy importante la conservación de este recurso.

Según datos obtenidos por la UNESCO (1985) anualmente de los océanos se evaporan de 505000 km³ de agua. Esta cantidad solventaría todas las necesidades de agua de la humanidad; sin embargo, casi toda esa agua, aproximadamente 458000 km³ regresan directamente al mar mediante la lluvia. De ese inmenso caudal, únicamente 47000 km³ se convierte en lluvia que cae sobre los continentes.

La mayor cantidad de agua lluvia que cae sobre los continentes que es utilizable por la naturaleza y el hombre para su supervivencia proviene principalmente de aquella que se evapora de los suelos, la vegetación y las aguas superficiales. Concretamente, cada año cae en los continentes 72000 km³ de agua de lluvia, que se originaron gracias a la evapotranspiración de suelos y plantas, así como a la evaporación de las aguas superficiales como ríos y lagos.

Casi los dos tercios del agua que es utilizada por el hombre provienen del manejo que se da a los recursos naturales en los continentes, mediante el mejoramiento de sus suelos, la forestación y conservación de bosques y páramos, protegiendo las fuentes y vertientes que alimentan lagos y ríos.

El ciclo del agua es un proceso natural, que se repite constantemente en la naturaleza sin la intervención del ser humano y que, en condiciones normales no habría ninguna razón para prever que este ciclo se viese afectado, o peor aún, que se interrumpiera.

2.2 DIAGNOSTICO FISICO CONSERVACIONISTA

El objetivo de este diagnóstico es determinar mediante un conjunto de parámetros el estado de deterioro o conservación de las cuencas. Consiste en la determinación de una fórmula descriptiva (Ver Fórmula 1) usando características físicas de las cuencas y la distribución de los diferentes tipos de uso de suelos para obtener un valor de erodabilidad o factor de torrencialidad.

$$E(f) = \frac{Z_v, D, (d), p}{L, E, (e), v} \text{ Fórmula Descriptiva} \quad (1)$$

Las variables de la fórmula descriptiva se muestran en el Cuadro 2.1, donde además se denotan los valores máximos y mínimos de cada subíndice y el valor máximo (40) y mínimo (8) resultado de la suma de los subíndices.

Cuadro 2.1 Variables y Valores Mínimos y Máximos del Diagnóstico Físico Conservacionista

Variable	Símbolo	Valores	
		Mínimos	Máximos
Zonas De Vida	ZV	(ZV) ₁ 81 - 100% Altamente Semejante	(ZV) ₅ 1 - 20% Ninguna Semejanza
Degradación Específica	D	D ₁ 0 - 100 m ³ /Km ² /año Denudación Geológica Normal	D ₅ > 3000 m ³ /Km ² /año Erosión Excesiva
Sedimentos Medidos	d	d ₁ 0 - 100 m ³ /Km ² /año Insignificante	d ₆ > 2000 m ³ /Km ² /año Muy Alto
Pendiente Media	P	P ₁ 0 - 12 % Relieve Suave	P ₅ > 75 % Relieve Escarpado
Litología	L	L ₁ Duras	L ₄ Depósitos no estabilizados
Erodabilidad de la Roca	E	E ₁ Poco Susceptible a la erosión	E ₃ Altamente Susceptible a la erosión
Erosión	e	e ₁ 1 - 20% Muy Bajo porcentaje afectado	e ₅ 81 - 100% Muy Alto porcentaje afectado
Cobertura Vegetal	V	V ₁ 1,0 Excelente Índice de Protección	V ₇ 0.0 Pésimo Índice de Protección
Suma de Subíndices		8	40

Fuente: CIDIAT

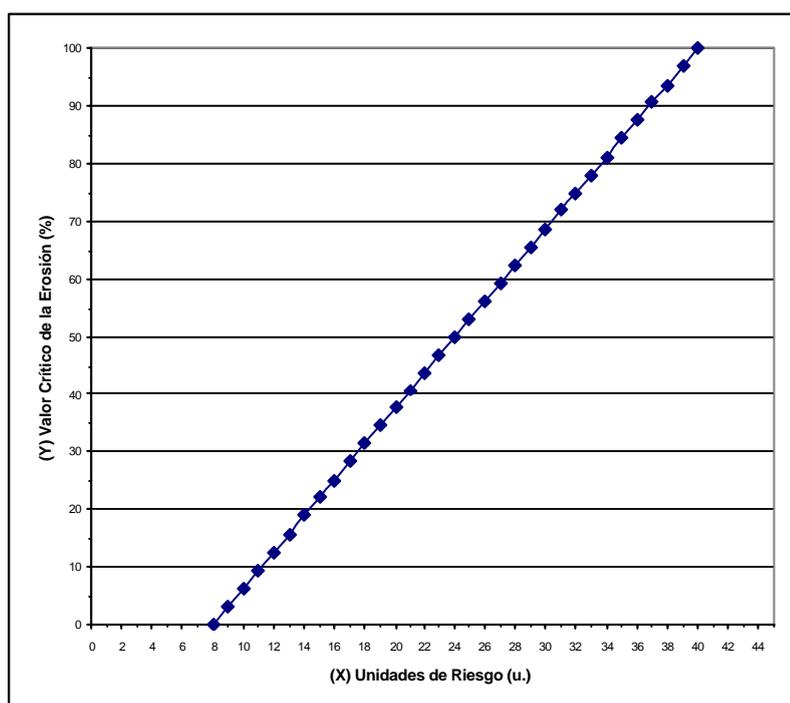
Cuando la suma de los subíndices es 8, significa una cuenca en muy buenas condiciones con respecto a las posibilidades de erosión, en cambio una cuenca cuya suma de los subíndices es 40, se encuentra en las peores condiciones con respecto al proceso erosivo.

$$E(f) = \frac{Zv_1, D_1, (d_1), p_1}{L_1, E_1, (e_1), v_1} = 8 \text{ Valores mínimos} \quad (2)$$

$$E(f) = \frac{Zv_5, D_5, (d_6), p_5}{L_4, E_3, (e_5), v_7} = 40 \text{ Valores máximos} \quad (3)$$

Los valores mínimo 8 y máximo 40 son unidades de riesgos naturales del proceso erosivo que se pueden establecer en un sistema de coordenadas en donde las abscisas (X) representan las unidades de riesgo (resultado de la suma de los subíndices de la fórmula descriptiva) y las coordenadas (Y) el porcentaje del valor crítico de la erosión. De acuerdo a esto se calcula el porcentaje de estado crítico erosivo en función de las unidades de riesgo de la fórmula descriptiva por medio de la recta $Y = 3,125 X - 25$ (Ver Figura 2.1).

Figura 2.1 Recta Representativa formula descriptiva del Diagnóstico Físico Conservacionista



2.3 ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA ECONÓMICA (ZEE)

El zonificar es determinar áreas homogéneas para el desarrollo (FAO, 1990). De esta manera cada zona tiene una combinación similar de limitaciones y potencialidades para el uso de tierras, y sirve como punto de referencia para el diseño de recomendaciones para mejorar la situación actual de uso de tierras, ya sea incrementando la producción o limitando la degradación de los recursos.

La ZEE enfatiza los factores físicos y de producción de cultivos, incluyendo aspectos socio-económicos y un amplio rango de usos de tierra en la definición de las zonas. En general, los estudios de ZEE tratan no solo de tierras, sino también de personas y sus organizaciones sociales. Estas personas o usuarios reales y potenciales, pueden ser individuos, comunidades o gobiernos que tienen un derecho tradicional, actual o futuro para decidir sobre el futuro de las tierras.

La ZEE es, en efecto, una forma de planificar el uso de tierras teniendo en cuenta todos los elementos bio-físicos, y todas las condicionantes socio-económicas. Se comparan ambos grupos de factores a través de múltiples análisis, proporcionando una herramienta apropiada para los distintos usuarios a fin de alcanzar, de forma consensuada, un uso óptimo de las tierras que será posteriormente ejecutado mediante acciones legislativas, administrativas e institucionales. En principio, la metodología ZEE es aplicable a todas las escalas geográficas y en tierras de cualquier intensidad de uso. Sin embargo, en la práctica es más utilizada en grandes extensiones de tierras, tales como cuencas de grandes ríos y regiones fisiográficas que soportan una importante población humana.

La ZEE no tiene especial interés en usos de tierras de insumos elevados, sino que considera un amplio rango de usos que puedan satisfacer los objetivos de los más diversos usuarios. Estos objetivos pueden ser incompatibles con una mayor o menor escala y también pueden cambiar con el tiempo. La utilización de análisis de objetivos múltiples y de su subsiguiente optimización permite una reordenación periódica de objetivos para seleccionar el uso óptimo (o no-uso) de un área

determinada.

2.4 PLAN DE MANEJO

El Plan de Manejo es el instrumento o la guía para buscar la armonía entre el mejor uso de los recursos, la protección y la conservación, orientando a un desarrollo que integre las comunidades con el ambiente.

Con este Plan se regulan las actividades permitidas y se facilita la ejecución del manejo en el área por medio de la zonificación; determinando programas, usos y actividades para cada una de ellas. De experiencias pasadas, es una prioridad su evaluación y retroalimentación periódica, garantizando la aplicabilidad del Plan de Manejo.

2.5 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA (SIG)

Los SIG son el resultado de una necesidad de manejo de datos espaciales, proporcionando soluciones para solventar problemas geográficos y facilitando la transferencia de datos.

Desde sus inicios, los Sistemas de Información Geográfica (SIG's) han manifestado un gran impacto en el manejo de los recursos naturales, humanos y el ordenamiento territorial. La tecnología de los SIG's se inició en Canadá en los años 60. El Canadian Geographical Information System (CSIG) fue el que produjo la estructura que maneja información geográfica en capas o niveles de información en forma separada. Esta estructura ofrece una gran flexibilidad en el proceso final de la integración, el análisis espacial y la sobreposición de la temática presente. Existen varias definiciones de SIG, entre las principales:

Valenzuela (1989), define a los SIG como: "sistema computarizado que permite la entrada, almacenamiento, representación y salida eficiente de datos espaciales (mapas) y atributos (descriptivos) de acuerdo a especificaciones y requerimientos

concretos"; también se los considera "como una combinación de software y hardware capaz de manipular entidades que contengan propiedades de localización y atributos".

Morales (1998), define un SIG como: "un sistema informatizado de almacenamiento, análisis y recuperación de datos en el que los datos se hallan identificados por sus coordenadas geográficas (norte, este, oeste, sur). Además de los datos primarios, como por ej: características climáticas y del suelo, es posible utilizar un SIG para calcular valores derivados como el peligro de erosión, clase de producto forestal o aptitud de la tierra para determinados tipos de aprovechamiento. Los datos se extraen normalmente de los mapas, mientras que los valores derivados pueden presentarse en forma de mapas."

2.5.1 El SIG como Herramienta del Plan de Manejo

Un SIG es un sistema para el análisis, modelamiento y combinaciones gráficas, donde la información de salida es intrínsecamente sólo tan buena como lo son los datos de entrada, brinda la posibilidad de satisfacer necesidades de los usuarios a través del procesamiento de datos, interpretación automatizada de datos, sobreposición de mapas, permitiendo la construcción de alternativas de solución. El SIG permite seguir la evolución y evaluación de la información, facilita la toma de decisiones en las diferentes etapas del plan de manejo.

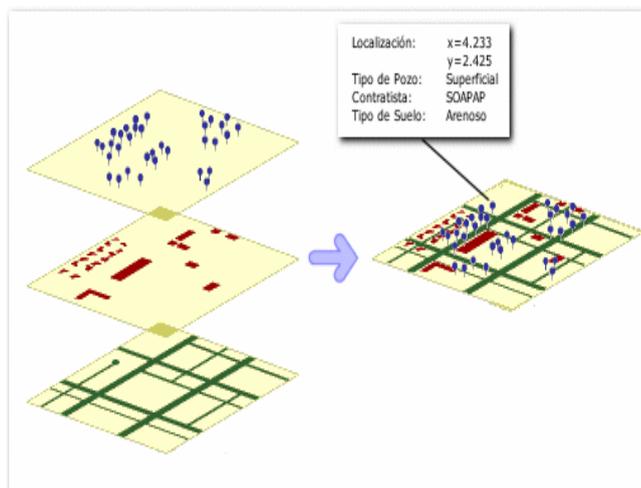
2.5.2 Sobreposición de Mapas

La integración de los diferentes tipos de capas geográficas conlleva a un proceso llamado sobreposición (overlay). En su forma más elemental, esta conlleva una operación gráfica (poder visualizar todas las capas geográficas relacionadas a una zona en particular) (Ver Figura 2.2). Sin embargo, las operaciones de análisis requieren que una o más capas geográficas sean fusionadas físicamente.

Esta superposición, también llamada unión espacial puede integrar datos de diferentes fuentes, como carreteras, hidrografía, curvas de nivel, etc. De esta

manera, puede tenerse toda una serie de datos referentes a un mismo punto en la cartografía.

Figura 2.2 Integración de capas mediante overlay.



(ESRI, 2.000).

2.5.3 Análisis Cartográfico

Para facilitar la organización de datos y la realización de diferentes análisis con ellos, se creó el *Álgebra de Mapas*, así es posible crear un número ilimitado de actividades en el procesamiento de mapas que pueden ser usados para abordar muchos problemas analíticos (ambientales, sociales, ordenamiento, etc.). Estas secuencias de comandos se llaman Modelos Cartográficos y su proceso Modelamiento Cartográfico.

Una ventaja muy importante del modelamiento cartográfico comparado a los métodos convencionales de evaluación y planeamiento del suelo es la necesidad de definir el problema claramente y decidir la información o datos necesarios para resolverlo, así también, la necesidad de desarrollar una clara y lógica tabla de datos usando operaciones espaciales bien definidas que pueden ser combinadas entre sí.

CAPITULO 3

3. METODOLOGIA

Los principales pasos de la metodología aplicada en el presente estudio se muestran a continuación:

3.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Para la caracterización del área de estudio, se tomaron en cuenta los siguientes componentes:

- Componente Biótico.
- Componente Abiótico.
- Componente Socioeconómico.

3.2 DIAGNÓSTICO FÍSICO CONSERVACIONISTA

La metodología utilizada este proyecto se basa en el “Diagnóstico Físico Conservacionista en Cuencas Hidrográficas” (CIDIAT, 1984) y consiste en la determinación del valor de una fórmula descriptiva usando características físicas de las cuencas y la distribución de los diferentes tipos de uso de suelos para obtener un valor de erodabilidad o factor de torrencialidad.

Los resultados serán visualizados en el Mapa de Susceptibilidad a la Erosión de las microcuencas que es el resultado de la sobreposición de los mapas de cada componente. Esto se realizó mediante la utilización del software Arcview 3.2. Los

pasos principales que comprende la metodología de este diagnóstico son los siguientes:

3.2.1 Sectorización de la Cuenca

El criterio a seguir para la sectorización de las cuencas, subcuencas y microcuencas fue estrictamente hidrológico, esto quiere decir, que la delimitación se hizo siguiendo las líneas de divorcio.

3.2.2 Cálculo del valor de la Fórmula Descriptiva

Luego de la sectorización de la microcuenca se procede a la caracterización de cada microcuenca por un grupo de símbolos cuya expresión definitiva será una fórmula descriptiva. (Ver Fórmula (1)).

Los símbolos serán establecidos para cada uno de los parámetros analizados en la fórmula descriptiva y en base a cuadros previamente elaborados (ver Anexo B: 5 al 14).

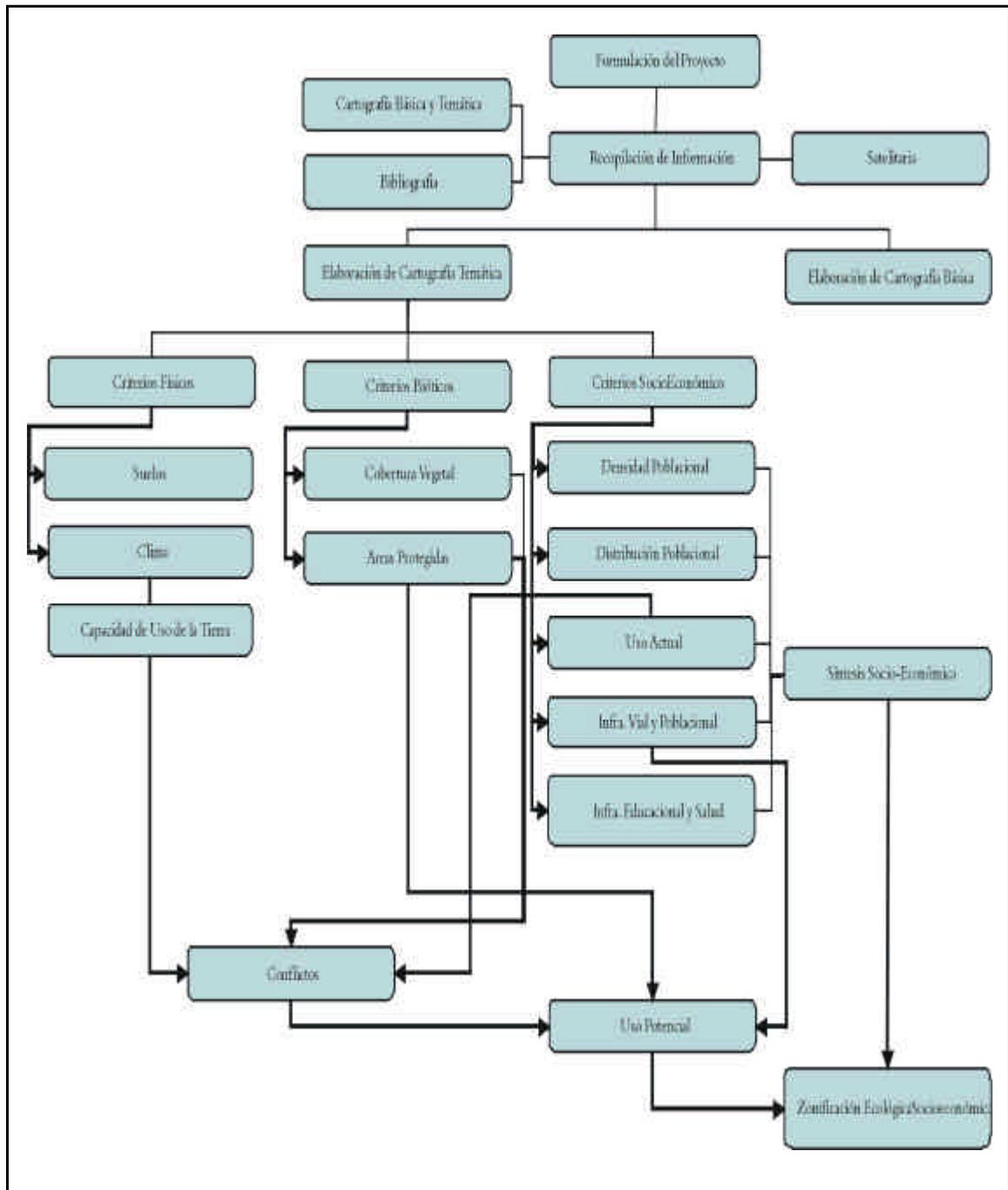
3.3 ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA ECONÓMICA (Z.E.E)

La ZEE se basó en un estudio multidisciplinario, donde intervienen variables ecológicas y socioeconómicas, que permitieron elaborar un instrumento técnico de gestión que debe ser considerado como la base para alcanzar el desarrollo sustentable del área y que constituya un instrumento de negociación entre los actores decidores de la planificación y los actores sociales.

La metodología de trabajo empleada para llegar a obtener la ZEE, se basó en el análisis, validación, sistematización y homogeneización de los datos cartográficos recolectados, anteriormente y definidos como criterios de caracterización (bióticos, abióticos y socioeconómicos), que en principio fueron analizados en forma separada y posteriormente se los integró en el Capítulo 6 siguiendo un

enfoque cartográfico basado en la superposición de mapas, de acuerdo a modelamientos cartográficos preestablecidos (Figura 3.1), con el apoyo de un SIG (Arcview3.2).

Figura 3.1 Modelo Metodológico para la ZEE



En este estudio no se han analizado los problemas de tipo local o puntual debido a la escala de trabajo (1:50.000), al tiempo de ejecución y a los insumos requeridos para el desarrollo del presente trabajo, que casi en su totalidad fueron datos

secundarios. Los conflictos que fueron analizados tienen que ver con las actividades productivas más relevantes como son las agropecuarias y forestales. Un elemento esencial de la ZEE es su carácter dinámico, pudiendo ser repetida o ajustada en relación con los cambios socio-económicos.

3.4 PLAN DE MANEJO

El Plan de Manejo es el resultado del análisis de la cartografía desarrollada y de documentos técnicos que permitieron la determinación de los diferentes programas.

3.5 CARTOGRAFIA RECOPIADA Y DESARROLLADA

La base sobre la cual se desarrolló el presente proyecto fue por una parte información generada y por otra recopilada la misma que fue desarrollada por diversas instituciones del sector público y privado, encargadas de generar estudios de los recursos naturales, división político administrativa actualizada y datos estadísticos referentes a la densidad y distribución de la población, índices de salud, población económicamente activa, entre otros. Estos trabajos posteriormente fueron sistematizados y homogeneizados de manera que se permita su análisis posterior.

3.5.1 Especificaciones Técnicas

La Cartografía recopilada y desarrollada tendrá las siguientes especificaciones:

Cuadro 3.1 Especificaciones Técnicas

Sistema de Referencia	
Elipsoide	WGS 84 (World Geodetic System 84)
Datum Geocéntrico:	WGS 84 (World Geodetic System 84)
Datum vertical:	Nivel medio del mar, Estación Mareográfica La Libertad, provincia del Guayas, 1.959
Proyección:	UTM (Universal Transverse of Mercator)
Zona:	17 Sur

Cartografía Recopilada

La Cartografía recopilada se detalla a continuación:

1. Mapa de Suelos

Nombre del mapa: Mapa de Suelos

Escala: 1:50.000

Fuente: DINAREN

Procesos para la obtención del producto final: la cartografía digital fue sometida a varios procesos, los cuales se detallan a continuación:

Edición: Este proceso se realizó en el ArcView 3.2 y consistió en el corte del mapa con los límites del área de estudio con la herramienta Geoprocessing Wizard y la eliminación de polígonos con áreas despreciables.

Reestructuración de la base de datos alfanumérica: En ArcView 3.2 se reestructuró la base de datos alfanumérica enlazada al tema, a través de la creación de nuevos campos con características acordes al estudio y la eliminación de aquellos campos no utilizados en este estudio.

Preparación del formato de salida: Este proceso consistió en la elaboración de la presentación final del documento cartográfico facilitando al usuario una mejor comprensión de la información contenida y por consiguiente un buen uso de ella.

2. Mapa de Uso Actual y Cobertura Vegetal

Nombre del mapa: Mapa de Uso Actual y Cobertura Vegetal

Escala: 1:50.000

Fuente: DINAREN

Procesos para la obtención del producto final: la cartografía digital fue sometida a varios procesos, los cuales se detallan a continuación:

Edición: Este proceso se realizó en el ArcView 3.2 y consistió en el corte del mapa con los límites del área de estudio con la herramienta Geoprocessing Wizard y la eliminación de polígonos con áreas despreciables.

Reestructuración de la base de datos alfanumérica: En ArcView 3.2 se reestructuró la base de datos alfanumérica enlazada al tema, a través de la creación de nuevos campos con características acordes al estudio.

Preparación del formato de salida: Este proceso consistió en la preparación de presentación final del documento cartográfico facilitando al usuario una mejor comprensión de la información contenida.

3. Mapa de Zonas de Vida

Nombre del mapa: Mapa de Zonas de Vida

Escala: 1:50.000

Fuente: DINAREN

Procesos para la obtención del producto final: la cartografía digital fue sometida a varios procesos, los cuales se detallan a continuación:

Edición: Este proceso se realizó en el ArcView 3.2 y consistió en el corte del mapa con los límites del área de estudio con la herramienta Geoprocessing Wizard y la eliminación de polígonos con áreas despreciables.

Reestructuración de la base de datos alfanumérica: En ArcView 3.2 se reestructuró la base de datos alfanumérica enlazada al tema, a través de la eliminación de los campos innecesarios para la realización de este estudio.

Preparación del formato de salida: Este proceso consistió en la preparación de presentación final del documento cartográfico facilitando al usuario una mejor comprensión de la información contenida.

4. Mapa de Áreas Protegidas

Nombre del mapa: Mapa Áreas Protegidas

Escala: 1:50.000

Fuente: DINAREN

Procesos para la obtención del producto final: la cartografía digital fue sometida a varios procesos, los cuales se detallan a continuación:

Edición: Este proceso se realizó en el ArcView 3.2 y consistió en el corte del mapa con los límites del área de estudio con la herramienta Geoprocessing Wizard y la eliminación de polígonos con áreas despreciables.

Reestructuración de la base de datos alfanumérica: En ArcView 3.2 se reestructuró la base de datos alfanumérica enlazada a cada tema, a través de la creación de nuevos campos con características acordes al estudio.

Preparación del formato de salida: Este proceso consistió en la preparación de presentación final del documento cartográfico facilitando al usuario una mejor comprensión de la información contenida.

Cartografía Desarrollada

La cartografía desarrollada en este proyecto es la siguiente:

1. Mapa Base

Nombre del mapa: Mapa Base

Escala: 1:50.000

Fuente: Cartas Topográficas Instituto Geográfico Militar (IGM), 2003, en el Cuadro 3.3 se muestra las cartas utilizadas.

Cuadro 3.2 Cartas Topográficas

Nombre	Código
Quito	CT - ÑIII - A4, 3893 - II
Sangolquí	CT - ÑIII - B3, 3993 - III
Amaguaña	CT - ÑIII - C2, 3892 - I
Pintag	CT - ÑIII - D1, 3992 - IV
Machachi	CT - ÑIII - C4, 3892 - II
Sincholagua	CT - ÑIII - D3, 3992 - III
Cotopaxi	CT - ÑIII - F1, 3991 - IV

Procesos para la obtención del producto final: la cartografía con la que se contaba, fue sometida a varios procesos, los cuales se detallan a continuación:

Digitalización: este proceso se realizó mediante el uso de una mesa digitalizadora y el CAD Microstation.

Edición: Este proceso se realizó en el ArcView 3.2. Para realizar este proceso se consideró que en caso de tener elementos lineales deben crearse nodos en cada intersección, así como en el caso de polígonos estos deben cerrarse en un punto. Además comprobó que los elementos lineales como las curvas de nivel no se crucen entre sí, que no existan elementos duplicados, que los valores de altura sean los correctos y se encuentren empatadas las uniones.

Estructuración de la base de datos alfanumérica: En ArcView 3.2 se alimentó la base de datos alfanumérica enlazada a cada tema, dando atributos a cada elemento gráfico, a través de la creación de campos con sus respectivas características.

Preparación del formato de salida: Este proceso consistió en la preparación de presentación final del documento cartográfico facilitando al usuario una mejor comprensión de la información contenida.

2. Mapa Geológico

Nombre del mapa: Mapa Geológico

Escala: 1:50.000

Fuente: En base a la cartografía del Instituto Ecuatoriano de Minería (D.G.G.M, 1978) en el Cuadro 3.3 se muestra las hojas utilizadas.

Cuadro 3.3 Hojas Mapa Geológico

Nombre	Código
Sangolquí	CT - ÑIII - B, 3993
Pintag	CT - ÑIII - D, 3992
Machachi	CT - ÑIII - C, 3892

Procesos para la obtención del producto final: la cartografía con la que se contaba, fue sometida a varios procesos, los cuales se detallan a continuación:

En base a las hojas del mapa geológico mencionadas anteriormente se mejoro la escala interpretando una imagen radar del área sobre el mapa base.

Digitalización: este proceso se realizó mediante el uso de una mesa digitalizadora y el CAD Microstation. Tomando como referencia las cartas topográficas antes enumeradas se construyó la cobertura de polígonos.

Edición: Este proceso consistió en la unión de las tres cartas digitalizadas, la localización y eliminación de polígonos montados si existieran.

Estructuración de la base de datos alfanumérica: La base de datos alfanumérica enlazada al tema se alimentó dando atributos a cada elemento gráfico, a través de la creación de campos con sus respectivas características.

Preparación del formato de salida: Este proceso consistió en la preparación de presentación final del documento cartográfico facilitando al usuario una mejor comprensión de la información contenida.

3. Mapa Geomorfológico

Nombre del mapa: Mapa Geomorfológico

Escala: 1:50.000

Fuente: DINAREN

Procesos para la obtención del producto final: la cartografía digital fue sometida a los siguientes procesos:

En base a las hojas del mapa geológico mencionadas anteriormente se mejoro la escala interpretando una imagen radar del área sobre el mapa base.

Digitalización: este proceso se realizó mediante el uso de una mesa digitalizadora y el CAD Microstation. Tomando como referencia las cartas topográficas antes enumeradas se construyó la cobertura de polígonos.

Edición: Este proceso se realizó en el ArcView 3.2 y consistió en el corte del mapa con los límites del área de estudio con la herramienta Geoprocessing Wizard y la eliminación de polígonos con áreas despreciables.

Reestructuración de la base de datos alfanumérica: En ArcView 3.2 se reestructuró la base de datos alfanumérica enlazada al tema, a través de la creación de nuevos campos con características acordes al estudio.

Preparación del formato de salida: Este proceso consistió en la preparación de presentación final del documento cartográfico facilitando al usuario una mejor comprensión de la información contenida.

4. Mapa de División Hidrográfica

Nombre del mapa: Mapa de Microcuencas

Escala: 1: 50.000

Procesos para la obtención del producto final: la cartografía digital fue sometida a varios procesos, los cuales se detallan a continuación:

Edición: Este proceso se realizó en el ArcView 3.2, en base al Mapa de División Hidrográfica del Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) y consistió en el corte del mapa con los límites del área de estudio con la herramienta Geoprocessing Wizard, la verificación y modificación de los límites de cada microcuenca según las líneas de cumbre y la eliminación de polígonos con áreas despreciables.

Reestructuración de la base de datos alfanumérica: En ArcView 3.2 se reestructuró la base de datos alfanumérica enlazada a cada tema, a través de la creación de nuevos campos con características acordes al estudio.

Preparación del formato de salida: Este proceso consistió en la preparación de presentación final del documento cartográfico facilitando al usuario una mejor comprensión de la información contenida.

5. Mapa de Densidad de Drenaje

Nombre del mapa: Mapa de Densidad de Drenaje

Escala: 1:50.000

Procesos para la obtención del producto final: la cartografía digital fue sometida a varios procesos, los cuales se detallan a continuación:

Edición: Este proceso se realizó en el ArcView 3.2 y consistió en cortar los drenajes del mapa base en cada una de sus intersecciones dependiendo del orden al que corresponden.

Estructuración de la base de datos alfanumérica: En ArcView 3.2 se incluyó en la base de datos alfanumérica enlazada a este tema un nuevo campo con el número de orden de cada uno de los drenajes.

Preparación del formato de salida: Este proceso consistió en la preparación de presentación final del documento cartográfico asegurando una mejor comprensión de la información contenida.

6. Mapa de Degradación Específica

Nombre del mapa: Mapa de Degradación Específica

Escala: 1:50.000

Procesos para la obtención del producto final:

Ploteo de coordenadas: Se partió de un archivo en formato DBF4 en el cual se encontraban las coordenadas este y norte correspondiente a las estaciones meteorológicas, posteriormente en ArcView se las ubicaron gráficamente en base a dichas coordenadas con la herramienta Add Event Theme.

Estructuración de la base de datos alfanumérica: En ArcView 3.2 se estructuró la base de datos alfanumérica enlazada al tema, de tal manera que en ella consten las coordenadas de cada estación, valores de precipitación y temperatura medias anuales, información obtenida del Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología INAMHI.

Cálculo de los polígonos de Thiessen: Utilizando la extensión Thyessen.avx y la información disponible en la tabla de datos, se crearon los polígonos de Thiessen. Estos resultados sirvieron para el cálculo del coeficiente de Fourier y posteriormente para el cálculo del valor de degradación específica, los mismos que fueron incluidos en la base de datos.

Preparación del formato de salida: Este proceso consistió en la preparación de presentación final del documento cartográfico facilitando al usuario una mejor comprensión de la información contenida.

7. Mapa de Aporte de Sedimentos

Nombre del mapa: Mapa de Aporte de Sedimentos

Escala: 1:50.000

Procesos para la obtención del producto final: la cartografía digital fue sometida a varios procesos, los cuales se detallan a continuación:

Estructuración de la base de datos alfanumérica: En ArcView 3.2 se reestructuró la base de datos alfanumérica del mapa de microcuencas enlazada a este tema, a través de la creación de un nuevo campo con los valores de sedimentos calculados para cada subcuenca.

Preparación del formato de salida: Este proceso consistió en la preparación de presentación final del documento cartográfico facilitando al usuario una mejor comprensión de la información contenida.

8. Mapa de Pendientes

Nombre del mapa: Mapa de Pendientes

Escala: 1:50.000

Procesos para la obtención del producto final: la cartografía digital fue sometida a varios procesos, los cuales se detallan a continuación:

Edición: Este proceso se realizó en el ArcView 3.2, con la extensión 3D Analyst (Derive Slope) en base a las curvas de nivel del mapa base. Posteriormente se hizo una reclasificación de acuerdo a los rangos de pendiente del Diagnóstico Físico Conservacionista.

Preparación del formato de salida: Este proceso consistió en la preparación de presentación final del documento cartográfico facilitando al usuario una mejor comprensión de la información contenida.

9. Mapa de Erodabilidad

Nombre del mapa: Mapa de Erodabilidad

Escala: 1:50.000

Procesos para la obtención del producto final: la cartografía digital fue sometida a varios procesos, los cuales se detallan a continuación:

Estructuración de la base de datos alfanumérica: En ArcView 3.2 a la base de datos alfanumérica enlazada al Mapa Geológico, se incorporo un nuevo campo donde consta el símbolo de Erodabilidad correspondiente al tipo de roca predominante en cada unidad geológica de acuerdo al Diagnóstico.

Preparación del formato de salida: Este proceso consistió en la preparación de presentación final del documento cartográfico facilitando al usuario una mejor comprensión de la información contenida.

10. Mapa de Cobertura Actual del Proceso Erosivo

Nombre del mapa: Mapa de Cobertura Actual del Proceso Erosivo

Escala: 1:50.000

Procesos para la obtención del producto final: la cartografía digital fue sometida a varios procesos, los cuales se detallan a continuación:

Edición: Este proceso se realizó en el ArcView 3.2 y consistió en el corte del mapa de erosión obtenido del Infoplan, con los límites del área de estudio con la herramienta Geoprocessing Wizard y la eliminación de polígonos con áreas despreciables.

Estructuración de la base de datos alfanumérica: En ArcView 3.2 se reestructuró la base de datos alfanumérica enlazada al tema, se añadió un campo donde consta el símbolo determinado por el diagnóstico y además se eliminó los campos considerados innecesarios para este estudio.

Preparación del formato de salida: Este proceso también es importante y se le debe dedicar el tiempo necesario, puesto que de este depende la presentación final del documento cartográfico facilitando al usuario una mejor comprensión de la información contenida y por consiguiente un buen uso de ella.

11. Mapa de Susceptibilidad a la Erosión

Nombre del mapa: Mapa de Susceptibilidad a la Erosión

Escala: 1:50.000

Procesos para la obtención del producto final: la cartografía digital fue sometida a varios procesos, los cuales se detallan a continuación:

Determinación del valor del coeficiente de susceptibilidad a la erosión: Este valor resulta de la sumatoria de todos los coeficientes de los símbolos de cada uno de los parámetros analizados en el diagnóstico, para lo cual se utilizó la herramienta Map Calculator.

Preparación del formato de salida: Este proceso consistió en la preparación de presentación final del documento cartográfico facilitando al usuario una mejor comprensión de la información contenida.

12. Mapa de Capacidades de Uso de la Tierra

Nombre del mapa: Mapa de Capacidades de Uso de la Tierra

Escala: 1:50.000

Procesos para la obtención del producto final: la cartografía es el resultado de varios procesos, los cuales se detallan a continuación:

Análisis: Este proceso se realizó en el ArcView 3.2 y sirvió para la determinación de las diferentes clases de capacidad de uso mediante el análisis de los parámetros de los suelos y sus condicionantes.

Reestructuración de la base de datos alfanumérica: En ArcView 3.2 se reestructuró la base de datos alfanumérica enlazada al tema de suelos, a través de la creación de nuevos campos con características acordes al estudio.

Preparación del formato de salida: Este proceso consistió en la preparación de presentación final del documento cartográfico facilitando al usuario una mejor comprensión de la información contenida.

13. Mapa de Conflictos

Nombre del mapa: Mapa Conflictos

Escala: 1:50.000

Procesos para la obtención del producto final: la cartografía digital fue sometida a varios procesos, los cuales se detallan a continuación:

Sobreposición: Este proceso se realizó en el ArcView 3.2 y sirvió para la determinación de los conflictos ambientales mediante la comparación del uso actual y cobertura vegetal, la capacidad de uso de la tierra y las áreas protegidas.

Estructuración de la base de datos alfanumérica: Se estructuró la base de datos alfanumérica enlazada al tema, a través de la creación de nuevos campos con características acordes al estudio.

Preparación del formato de salida: Este proceso consistió en la preparación de presentación final del documento cartográfico facilitando al usuario una mejor comprensión de la información contenida.

14. Mapa de Uso Potencial

Nombre del mapa: Mapa de Uso Potencial

Escala: 1:50.000

Procesos para la obtención del producto final: Esta cartografía digital es el resultado de varios procesos, los cuales se detallan a continuación:

Análisis: Este proceso se realizó en el ArcView 3.2 y sirvió para la determinación del uso potencial mediante el análisis de los conflictos ambientales.

Estructuración de la base de datos alfanumérica: En ArcView 3.2 se reestructuró la base de datos alfanumérica enlazada, a través de la creación de nuevos campos con características acordes al estudio.

Preparación del formato de salida: Este proceso consistió en la preparación de presentación final del documento cartográfico facilitando al usuario una mejor comprensión de la información contenida.

15. Mapa de Síntesis Socioeconómica

Nombre del mapa: Mapa de Síntesis Socioeconómica

Escala: 1:50.000

Procesos para la obtención del producto final: la cartografía digital fue sometida a varios procesos, los cuales se detallan a continuación:

Edición: Este proceso se realizó en el ArcView 3.2 y consistió en el corte del mapa con los límites del área de estudio con la herramienta Geoprocessing Wizard y la eliminación de polígonos con áreas despreciables.

Reestructuración de la base de datos alfanumérica: En ArcView 3.2 se reestructuró la base de datos alfanumérica enlazada a cada tema, a través de la creación de nuevos campos con características acordes al estudio.

Preparación del formato de salida: Este proceso también es importante y se le debe dedicar el tiempo necesario, puesto que de este depende la presentación final del documento cartográfico facilitando al usuario una mejor comprensión de la información contenida y por consiguiente un buen uso de ella.

16. Mapa de Zonificación Ecológica Económica

Nombre del mapa: Mapa de Zonificación Ecológica Económica

Escala: 1:50.000

Procesos para la obtención del producto final: Esta cartografía es el resultado de varios procesos, los cuales se detallan a continuación:

Sobreposición: Este proceso se realizó en el ArcView 3.2 y consistió en el análisis de los mapas de Uso Potencial y Síntesis Socioeconómica.

Estructuración de la base de datos alfanumérica: A la base de datos alfanumérica enlazada al tema, a través de la creación de nuevos campos con características acordes al estudio.

Preparación del formato de salida: Este proceso consistió en la preparación de presentación final del documento cartográfico facilitando al usuario una mejor comprensión de la información contenida.

CAPITULO 4

4. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La caracterización de los componentes del área de estudio constituye la fase inicial de un plan de manejo y es una herramienta que sirve para el diagnóstico de la cuenca hidrográfica ya que proporciona una descripción de la situación de la zona. Se fundamenta en la recopilación, análisis y tratamiento de información secundaria de trabajos publicados por instituciones públicas y privadas. Su análisis considera los componentes: Biótico, Abiótico y Socioeconómico.

4.1 ANÁLISIS DEL COMPONENTE ABIOTICO

4.1.1 Fisiografía y Relieve

La sección de la cordillera que se encuentra en la zona, forma una barrera montañosa impresionante, que se alinea siguiendo las orientaciones tectónicas generales de los Andes. Normalmente las alturas más frecuentes varían entre los 4.000 y 4.500 m, cuyas vertientes orientales, muy abruptas, caen rápidamente.

Debido a su considerable altitud los glaciares modelaron el relieve, dejando huellas muy marcadas, tales como: valles en U, relieves aborregados y varias lagunas de diferentes formas y dimensiones. Así también la gran mayoría de los volcanes fueron fuertemente erosionados.

El relieve está definido por las cordilleras Occidental y Oriental, unidas por nudos que enmarcan extensas planicies. La topografía es suave, desde la parte central relativamente plana, el terreno se levanta hacia los volcanes Sincholagua (4.788 m.) al Este, Atacazo (4.570 m.), Corazón (4.758 m.) e Ilinizas Norte (5.126 m.) y Sur (5.245 m.) al Oeste, Rumiñahui (4.712 m.), y Cotopaxi (5.897 m.) al Sur. Al interior de la zona existen fértiles valles y elevaciones de menor altitud. (Anexo C: Foto 1).

4.1.2 Geología

Todas las rocas aflorantes son plio-cuaternarias. Un sesenta por ciento está cubierto por Cangagua (ceniza). Las edades varían desde el Paleozoico hasta el Holoceno, se puede distinguir rocas volcánicas compuestas por lavas intermedias con intercalaciones de piroclastos en la parte oriental y rocas volcánicas jóvenes del tipo andesito-basálticas con recubrimientos piroclásticos hacia el centro y este (Anexo C: Foto 2).

En el cuadro 4.1 se muestran las unidades geológicas presentes en la zona (Anexo A.2: Mapa Geológico), donde se determina que la unidad predominante es la Cangagua, (Ver Anexo D: Leyenda 1. Geología)

Cuadro 4.1 Geología de la zona

Geología	Símbolo	Litología	Area (has)
Depósito Aluvial	da	Arenas	310,2350
Depósito Coluvial	dc	Arenisca	59,8830
Depósito Glaciar	dg	Tillita	2335,2980
Depósito Lagunar	dL	Arenas	531,2250
Depósito Fluvio Glaciar	gu	Arenas	2855,7230
Flujos de Lava	Ha	Lava	933,5810
Lahar	Lh	Andesita - Basalto	25198,0580
Volcánicos del Atacazo, Iliniza y Corazón	Pa	Andesita	23256,6320
Sedimentos Chiche	Pch	Conglomerados, arenas, cenizas, tobas	5017,0020
Formación Pisayambo	PLp	Andesita - Basalto	7185,9590
Volcánicos Pasochoa	Pps	Andesitas Piroxénicas- Dasitas	13934,8830
Volcánicos Sincholagua	Psn	Andesita Piroxénica, Basalto Feldespática	18065,5410
Volcánicos del Rumiñahui	Pu	Andesita Piroxénica - Basalto	13364,4900
Depósito lagunar de ceniza	QL	Ceniza Volcánica	14832,7410
Volcánicos Cotopaxí	Qx	Brechas, Tobas, Conglomerados, Pómez	5959,7970

Fuente: Mapa Geológico

4.1.3 Geomorfología

Desde el punto de vista geomorfológico, el paisaje está determinado por el relieve tallado o construido. Las formas resultantes de esta acción, pueden ser de erosión o de acumulación y se denominan geoformas (Anexo A.3: Mapa Geomorfológico). En el cuadro 4.2 se muestran las geoformas existentes en el área de estudio (Anexo D: Leyenda 2. Geomorfología).

Cuadro 4.2 Geomorfología de la zona

Geoformas	Símbolo	Área (has)
Cono Adventicio	ad	305.30
Depósito Aluvial	da	127.82
Depósito Coluvial	dc	59.88
Depósito Glaciar	dg	2335.29
Depósito lagunar	dL	15546.38
Flujos de lava	Ha	82395.58
Depósito fluvio Glaciar	gu	2855.72
Lahar	Lh	25198.06
Sedimentos Chiche	Pch	5017.00

Fuente: Mapa Geomorfológico

Las colinas medianas son predominantes en el área de estudio. Son elevaciones de terreno agrupadas de acuerdo a su tamaño que se caracterizan por la suavidad de sus formas. (Anexo C: Foto 3).

4.1.4 Hidroclimatología

4.1.4.1 Clima

El clima varía de acuerdo con la altura. La zona está influenciada por climas, mesotérmico húmedo y semihúmedo, mesotérmico seco, de páramo y gélido.

Un clima subtropical prevalece en los valles, en las áreas más bajas es primavera; en las tierras altas es invierno. En los centros urbanos la temperatura mensual varía

entre 13 y 18°C, la variación diaria puede ser extrema con días muy calientes y noches muy frías.

El clima templado y propicio para la agricultura, los meses de mayores precipitaciones son por lo general abril y octubre los meses de junio a septiembre se caracterizan por una sequía prolongada y por fuertes vientos.

Dentro del valle de los chillos, las laderas y estribaciones del Pasocha el clima de la zona varía entre 8 y 26 °C, el mes de octubre 26.1 °C es el mes de más alta temperatura y el mes más frío es julio con 14.2 °C, los meses con más nubosidad son de octubre a marzo.

La pluviosidad presenta precipitaciones torrenciales y continuas, lo que permite una permanente humedad del 67.10%; el mes de mayor precipitación es marzo 138.2 mm y julio el más seco 17.4 mm. El viento tiene una intensidad promedio de 11 m y su dirección predominante este, sur este, mes de más vientos septiembre y el menor julio con 20 m. y 4 m. respectivamente.

Cuadro 4.3 Clima

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC	DATOS PROMEDIO
Temperatura Máxima Diaria (Prom Mensual)	25	20.8	25.7	25.4	25.3	24.9	25.9	26	26	26	25.1	25.1	25.1
Temperatura Diaria Promedio	16.4	16.6	16.9	16.7	16.4	16.3	15.9	16	16.2	16	16.6	16.1	16.4
Temperatura Mínima Diaria (Prom. Mensual)	6.9	4.5	6.8	7.1	6.9	6.2	4.2	4.8	4.9	5.2	6	6.1	5.8
Precipitación mm.	81.8	56.3	138	112	99.3	42.4	17.4	23	58	120	140	86.8	81.2
Humedad Máxima Diaria (Prom. Mensual)	83	100	80	81	78	74	71	72	78	78	80	84	79.9
Humedad Diaria Promedio	75	79	75	77	74	71	63	65	68	73	74	72	72.2
Humedad Mínima Diaria (Prom. Mensual)	70	69	72	74	72	68	57	60	63	66	67	67	67.1
Viento: Velocidad Máxima mts.	14	12	12	12	14	16	18	18	20	12	8	14	14.2
Viento: Velocidad Mínima mts.	6	8	8	8	8	4	12	14	10	6	4	4	7.7
Viento: Dirección Promedio	E	E	SE	S	SE	E	SE	SE	SE	N	N	N	SE
Nubosidad: Octavo de Cielo Cubierto	6	5	6	6	6	5	4	4	5	6	6	6	5.4
Heliofania: Horas Sol (%)	162	136	134	136	160	163	219	223	195	173	166	193	171.6

Fuente: INAMHI Estaciones La Tola y Tumbaco. Datos Promedio (1995 - 2000)

4.1.4.2 Hidrografía

El manejo de cuencas implica la acción de actividades interdisciplinarias, cuyo principal eje de acción va encaminado al recurso agua por esta razón es muy importante en la planificación de cuencas hidrográficas, principalmente en los aspectos de uso y control de agua, así como en la gestión del medio ambiente. Los principales ríos del área son:

Río San Pedro

Nace en los Illinizas (cantón Mejía), sigue su cauce por la parroquia Tambillo, luego por la parroquia Uyumbicho avanzando hasta Amaguaña en donde recibe las aguas de la acequia Yanahuaico, para luego dirigirse hacia la Balbina, Chillo Jijón y se desvía a San Pedro de Taboada.

Este río atraviesa las urbanizaciones y zonas pobladas de Santa Cecilia, parroquia de San Pedro de Taboada, El Oasis, parroquia San Rafael, Las Retamas, Capelo, Los Bohíos. En este sector se une con el río Capelo, la quebrada de San José, el río Cachaco y la quebrada de Sigsiyacu.

En el sector de la Paz, en donde el cantón limita con la Parroquia Conocoto, perteneciente al Cantón Quito, se forma la confluencia con el Río Pita y juntos avanzan hacia Guangopolo, Cumbayá y van a desembocar en el Machángara. (Anexo C: Foto 4).

Río Pita

Sus orígenes están en el Cotopaxi; recibe como afluentes al río El Salto, las aguas de la Quebrada Zunfohuaycu, después por atrás del Pasochoa llega a Rumipamba (ya en el cantón Rumiñahui) recibe las aguas de la Moca, La Libertad, de las quebradas Tabla Rumi, del Cabre, Chilcaucu y San Nicolás.

El Río Pita atraviesa por sectores como: Loreto, San Francisco, San Fernando, Selva Alegre, entre otros, recibiendo las aguas de las quebradas Paquipamba, Del Cushi, avanzando por las urbanizaciones de La Concepción, La Colina, regando a su vez el sector de Cashapamba, El Rosario, El Yaguachi, Playa Chica, San Gabriel, Mira Sierra, para unirse luego con el río Cachaco y la quebrada Padrehuaycu; y, finalmente mezclarse con el río San Pedro e irse hasta el Machángara.

Cabe destacar que este río es utilizado en el sector de Capelo y San Rafael como caudal importante para formar la bocatoma o toma de agua para la central eléctrica de Guangopolo. Sus aguas son llevadas por una acequia. (Anexo C: Foto 5).

Río Santa Clara

Es el más conocido en el cantón y constituye el principal afluente del río San Pedro. Nace en la quebrada El Rayo, pasa bañando las zonas de San José del Vínculo, Selva Alegre, Salcoto, Inchalillo, San Sebastián, Santa Rosa, San Nicolás, Colegio Juan de Salinas, Escuela Marieta de Veintimilla, una parte de Cashapamba y va a desembocar en el río San Pedro, cerca del triángulo. (Anexo C: Foto 6).

4.1.4.3 Uso del Agua

De manera general en el Ecuador se utiliza el agua para diversas actividades: obtención de agua potable, procesos industriales, generación de energía eléctrica, actividad minera, agricultura y ganadería. La mayor parte se destina al riego, estimándose su uso en un 80% del consumo total; sin embargo, las pérdidas en la captación y en el ámbito de parcela, hacen que las eficiencias varíen entre el 15% y 25%.

En el país se requiere alrededor de 320 lt/hab/día, tomando en cuenta el desperdicio (captación y distribución) y el consumo. Esta cantidad es muy elevada tomando en cuenta que en los Estados Unidos se utiliza un promedio de 168 litros por persona cada día y aproximadamente 135 litros en Holanda. Es por esto que la

racionalización de la utilización y disminución de las pérdidas debe ser la tendencia, pues las fuentes más económicas y abundantes de agua ya se han explotado. Actualmente llegar al consumo razonable de 250 lt/hab/día, permitiría que con el mismo volumen de agua se pueda incrementar la cobertura del 57% al 74%.

En la zona, la utilización del agua se resume principalmente en el riego de campos agrícolas, abastecimiento de agua potable y en la generación de energía eléctrica. En la subcuenca del río San Pedro aproximadamente el 95% del agua es destinada al riego y el 5% a otras actividades (uso doméstico e industrial). Se cumple con el 60% de cobertura de agua potable, el resto de la población cuenta con 2 o 3 horas de agua al día.

En la subcuenca del río Pita el 60% del agua se destinada al riego y el 40% a otras actividades. En el Cantón Rumiñahui existe un 95% de cobertura de agua potable y en la actualidad la demanda de agua es superior a la oferta en dos de los siete sistemas y se ha previsto que para el año 2010 si las condiciones se mantienen constantes, cinco sistemas tendrán déficit de caudal para suplir la oferta.

En general, en las dos subcuencas se ha notado una disminución en los caudales de las vertientes. Según la Oficina Municipal de Agua Potable de Machachi se ha producido una disminución drástica del caudal de dos de las tres vertientes. El caudal aproximado de 17 lt/seg que se captaba de las vertientes Álvarez y Puchig a disminuido al tal punto que al momento se tiene 2 lt/seg, atribuyéndose este fenómeno a la falta de manejo del páramo y quema de casi el 60% del pajonal del Corazón, de donde provienen estas aguas.

Los sistemas de aguas subterráneas son de primordial importancia ya que son la principal fuente y en algunos casos el único de suministro de agua para riego y agua potable, debido a que los recursos superficiales son cada día más escasos, tanto en su cantidad como debido al deterioro de su calidad.

Actualmente se buscan reservas alternativas de agua, como los glaciares existentes, los nevados son fuentes de agua para diversas actividades, tales como la pesca deportiva y artesanal, abastecimiento de agua potable (La Mica, Quito Sur), alimentación de acuíferos cercanos a los nevados, usos en la agricultura, etc. Así también evaluar el real potencial de los páramos como fuente y reserva futura de agua de excelente calidad realizando investigaciones hidrometeorológicas intensivas ya que los páramos son poco conocidos desde este punto de vista, aunque se conoce de su importancia por su función de captación de agua de la atmósfera, almacenamiento y dosificación permanente de caudales.

4.1.5 Análisis Morfométricos

4.1.5.1 Área de la Cuenca

El área de la cuenca es la superficie de plano cerrado dentro de la divisoria topográfica. Afecta las crecidas, así mientras más grande sea la cuenca, mayor tiempo necesitará el pico de la crecida en pasar por un punto determinado, de acuerdo a lo anterior, el desagüe total expresado en milímetros de altura permanece el mismo tiempo y necesariamente sucede que las crecidas disminuyen cuando la cuenca aumenta. El área de la cuenca del río San Pedro hasta la confluencia con el río Pita es 74945.72 Has, y el área de la cuenca del río Pita es de 58895.335 Has.

Las tormentas que producen grandes corrientes son el resultado de intensas precipitaciones que cubren áreas pequeñas, en cambio para cuencas extensas las corrientes máximas son producidas por tormentas de menor intensidad pero que cubren áreas muy grandes.

4.1.5.2 Perímetro

Es la longitud del contorno de la superficie de la cuenca. El perímetro de la cuenca del río San Pedro es de 269.907 Km. y el de la cuenca del río Pita es de 248.398 Km.

4.1.5.3 Longitud Axial (La)

Es la longitud medida desde la desembocadura hasta el punto más lejano de la cuenca. La longitud axial de la cuenca del río San Pedro es 49.723 Km. y la longitud de la cuenca del río Pita es 43.565 Km.

4.1.5.4 Ancho Promedio (Ap)

El ancho promedio de la cuenca se obtiene dividiendo el área de la cuenca para la longitud axial.

$$A_p = \frac{A}{L_a} \quad (4)$$

El ancho promedio de la subcuenca del río San Pedro es de 15.073 Km. El ancho promedio de la subcuenca del río Pita es de 13.519 Km.

4.1.5.5 Forma

La forma de la cuenca controla la velocidad con que el agua llega al cauce principal, cuando sigue su curso, desde el origen hasta la desembocadura. Existen varios coeficientes que enseñan la organización del drenaje dentro de la cuenca:

4.1.5.5.1 Factor Forma

El factor forma indica la tendencia a las crecidas. Una cuenca con un factor forma bajo, es menos propensa a tener una lluvia intensa simultáneamente sobre toda la superficie, que un área de igual tamaño con un factor forma mayor. Expresa la razón entre el ancho promedio y la longitud axial de la cuenca (Gravelius).

$$F_f = \frac{A_p}{L_a} \quad (5)$$

Ff : Factor Forma
 Ap : Ancho promedio
 La : Longitud axial

El factor forma de la cuenca del río San Pedro es 0.303 y el factor forma de la cuenca del río Pita es 0.310

Cuadro 4.4 Susceptibilidad a las crecidas

Clase	Rango	Susceptibilidad a las crecidas
Ff1	0 - 0.25	Baja
Ff2	0.26 - 0.50	Media
Ff3	0.51 - 0.75	Alta
Ff4	> 0.75	Muy Alta

Fuente: URBINA Carlos 1974

Este factor en ambas cuencas pertenece a la clase 2, por lo que tienen una mediana susceptibilidad a las crecidas.

4.1.5.5.2 Coeficiente de Compacidad

Es la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo de área equivalente a la superficie de la cuenca.

$$K_c = \frac{P}{2\sqrt{p \cdot A}} \quad (6)$$

Kc : Coeficiente de compacidad
 P : Perímetro de la cuenca
 A : Área de la cuenca

Este coeficiente está relacionado estrechamente con el tiempo de concentración, que es el tiempo que tarda una gota de lluvia en moverse desde la parte más lejana de la misma hasta el desagüe. En este momento ocurre la máxima concentración de agua en el cauce ya que están llegando gotas de lluvia de todos los puntos de la cuenca. Se distinguen tres clases de formas:

Cuadro 4.5 Clases de Forma

Clase	Rango	Forma
Kc1	De 1.00 a 1.25	Redonda a oval-redonda
Kc2	De 1.25 a 1.50	Oval-redonda a oval-oblonga
Kc3	De 1.50 a 1.75	Oval-oblonga a rectangular-oblonga

Fuente: URBINA Carlos.

El coeficiente de compacidad de la cuenca del río San Pedro es 1.466, por lo que pertenece a la Clase Kc2 que corresponde a la forma oval-redonda a oval-oblonga.

En cambio el coeficiente de compacidad de la cuenca del río Pita es 1.680, perteneciendo así, a la Clase Kc3 con forma oval-oblonga a rectangular-oblonga, lo que significa que el tiempo de concentración es mayor, es decir, que retarda la acumulación de las aguas al paso del río por su punto de desagüe.

Las dos cuencas tienen coeficientes que se alejan de la unidad por lo que podemos concluir que ambas cuencas tienen una baja peligrosidad a las crecidas. A medida que el coeficiente (Kc) tiende a la unidad (cuenca redonda), la peligrosidad aumenta porque las distancias relativas de los puntos de la divisoria con respecto a uno central no presentan diferencias mayores y el tiempo de concentración se hace menor, por lo tanto, mayor será la posibilidad de que las ondas de crecida sean continuas.

4.1.5.5.3 Índice de Alargamiento

Es la relación de la longitud más grande de la cuenca al ancho mayor, medido perpendicularmente a la dimensión anterior.

$$I_a = \frac{L}{l} \quad (7)$$

I_a : Índice de alargamiento.

L : Longitud máxima de la cuenca.

l : Ancho máximo (tomado perpendicularmente a la dirección anterior).

El índice de alargamiento de la cuenca del río San Pedro, es de 3.299. Y en el caso del río Pita, el índice de alargamiento es de 3.223.

En ambos casos tenemos índices elevados, es decir, la cuenca tiende a una forma rectangular. Les corresponde una red de afluentes cuya dirección de escurrimiento forma un ángulo pequeño con la del río principal.

4.1.5.5.4 Índice de Homogeneidad

Se obtiene relacionando el área de la cuenca, con la de un rectángulo que tiene por eje mayor la longitud máxima de la cuenca y por eje menor el ancho máximo de la cuenca.

$$I_h = \frac{A}{S_2} \quad (8)$$

I_h : Índice de homogeneidad

A : Área de la cuenca

S_2 : Superficie del rectángulo, con dimensiones L : Longitud máxima de la cuenca y l : Ancho máximo perpendicular a L)

En este caso el índice de homogeneidad de ambas cuencas, tanto del río San Pedro como del río Pita es de 0.99. Este índice complementa el resultado del análisis que se deduce por el índice de alargamiento y de esta manera se puede definir que las dos cuencas tienen la forma rectangular.

4.1.5.5.5 Índice Asimétrico

Compara la relación en superficies entre la vertiente más extensa a la menos extensa.

$$A_d = \frac{A.v_{mx}}{A.v_{min}} \quad (9)$$

- Ad : índice asimétrico
 Av max : Área vertiente mayor
 Av min : Área vertiente menor

El índice asimétrico de la cuenca del río San Pedro es de 1, por lo que su drenaje se considera homogéneo de una vertiente a otra. El índice asimétrico de la cuenca del río Pita es de 2.38, claramente mayor que la unidad, por lo que el talweg² principal no se encuentra en el centro de la cuenca, denotándose un recargo de la red de drenaje hacia la vertiente derecha.

4.1.5.6 Elevaciones

El estudio de la distribución de elevaciones facilita el análisis del movimiento del agua en la cuenca. Estas altitudes están directamente relacionadas con la precipitación y la temperatura, siendo ésta última la que ejerce mayor influencia en la evaporación, pues aumenta o disminuye la pérdida de agua. Se han establecido dos métodos principales para la determinación del valor de las altitudes: altitud media y mediana de altitud.

4.1.5.6.1 Altitud Media

Se calcula utilizando la siguiente formula:

$$H = \frac{\sum (h_i \cdot S_i)}{A} \quad (10)$$

- H : Altitud Media
 h_i : Valor medio de dos curvas de nivel sucesivas.
 S_i : Área parcial entre dos curvas de nivel sucesivas.
 A : Área de la cuenca.

² Río

La altitud media de la cuenca del Río Pita es 3818.5 m. y la del Río San Pedro es 3227.3 m. (Anexo B.1: Cuadro Altitud Media Río Pita). (Anexo B.2: Cuadro Altitud Media Río San Pedro).

4.1.5.6.2 Mediana de Altitud

Es la ordenada media de la curva hipsométrica (Ver Figura 4.1; Figura 4.2). Su valor desde el punto de vista hidrológico es muy importante, pues con él se aprecia que la mitad de la superficie de la cuenca esta influenciada por relaciones determinadas entre las elevaciones y la temperatura de evaporación, porque, a mayor altitud menor será la temperatura y viceversa.

La mediana de altitud de la subcuenca del Río Pita es 3908.03 m. y la del Río San Pedro es 3154.3 m. (Anexo B.3: Cuadro Mediana de Altitud Río Pita), (Anexo B.4: Cuadro Mediana de Altitud Río San Pedro).

Figura 4.1 Curva Hipsométrica Río Pita

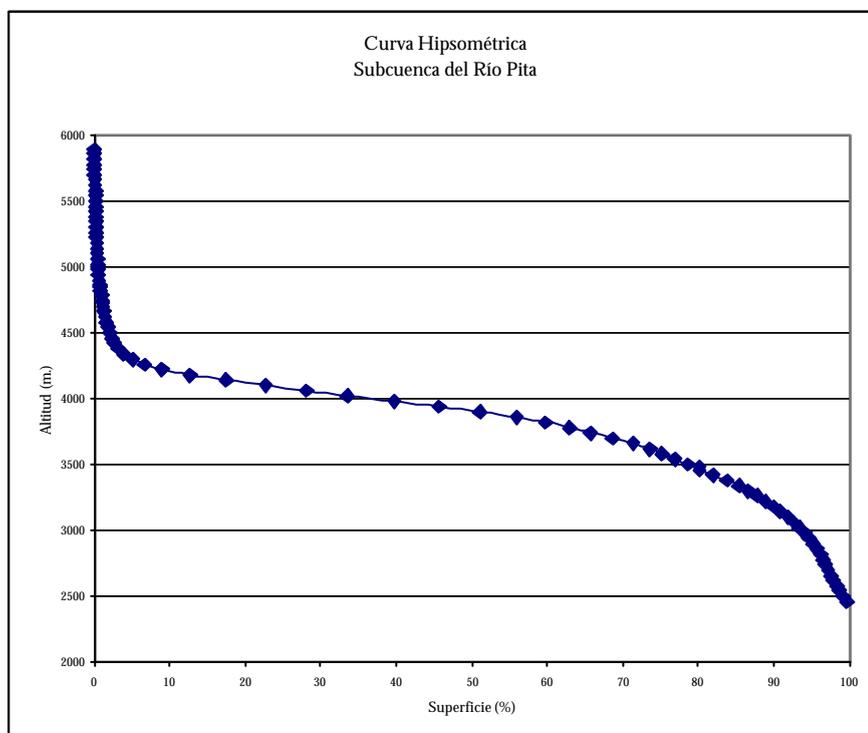
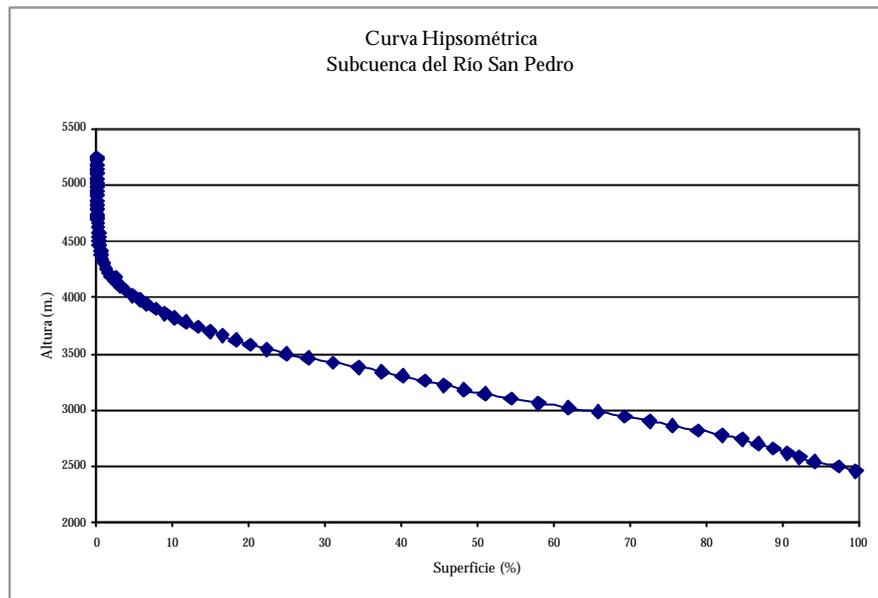


Figura 4.2 Curva Hipsométrica Río San Pedro



La curva Hipsométrica representa la variación de superficie de cuenca con respecto a la altitud. Así la mayor cantidad de superficie en las subcuencas del Río San Pedro y del Río Pita se encuentra entre los 2500 y 4000 m. y entre los 3200 y 4200 m. de altura, respectivamente. Este valor es importante debido a la influencia de la altura sobre la precipitación y la evapotranspiración.

Cuadro 4.6. Resumen Análisis Morfométrico

Parámetro	Subcuenca Río Pita	Subcuenca Río San Pedro
Área	58895.335 Has	74945.72 Has
Perímetro	248.398 Km.	269.907 Km.
Longitud axial	43.565 Km.	49.723 Km.
Ancho promedio	13.519 Km.	15.073 Km.
Factor Forma	0.310	0.303
Coefficiente de Compacidad	1.680	1.466
Índice de Alargamiento	3.223	3.299
Índice de Homogeneidad	0.99	0.99
Índice asimétrico	1	2.38
Altitud de la cuenca	3818.5 m.	3227.3 m.
Mediana de Altitud	3908.0 m.	3154.3 m.

4.1.6 Morfometría Hidrográfica

Es el estudio de la disposición de los cauces, de las corrientes fluviales y de las redes de drenaje.

4.1.6.1 Sistema de drenaje

Se llama sistema de drenaje superficial al arreglo o distribución de los ríos, quebradas, etc. Los sistemas de drenaje se clasifican de acuerdo a su forma o distribución geométrica y su textura o densidad.

4.1.6.1.1 Densidad de Drenaje

La Densidad de drenaje es la relación de la longitud de todos los ríos de una cuenca con su superficie, considerando que el total de los cursos de agua está dado por la suma de las longitudes de los ríos de cada orden encontrados en la cuenca.

En toda red fluvial hay una jerarquía de los cauces. De acuerdo a la clasificación de Schumm se da el orden uno al escurrimiento menor, es decir, a aquel que no pasa de ser tributario o talweg elemental, el río de segundo orden se forma de la unión de dos afluentes de primer orden. A la confluencia de dos cursos de segundo orden, comienza un río de tercer orden, etc. (Anexo A.4: Mapa de Densidad de Drenaje).

En la subcuenca del río Pita existen cinco tipos de órdenes en la red hidrográfica, los resultados se describen en el cuadro siguiente:

Cuadro 4.7 Clasificación red hidrográfica por Ordenes y longitud subcuenca Río Pita.

Orden	Número de Ríos	Longitud (km)	Frecuencia (Número de Ríos /Área de la subcuenca)
1°	203	381.472	0.345
2°	73	154.099	0.124
3°	17	46.886	0.029
4°	6	46.948	0.010
5°	3	18.099	0.005
Total	302	647.504	0.1

Los resultados del análisis de los órdenes de la red hidrográfica en la subcuenca del San Pedro, se describen en el siguiente cuadro:

Cuadro 4.8 Clasificación red hidrográfica por Ordenes y longitud subcuenca Río San Pedro.

Orden	Número de Ríos	Longitud (km)	Frecuencia (Número de Ríos /Área de la subcuenca)
1°	309	540.545	0.412
2°	144	276.686	0.192
3°	43	108.149	0.057
4°	5	13.922	0.007
5°	4	46.209	0.005
Total	505	985.511	0.135

La Densidad de drenaje de la subcuenca del río Pita y la del Río San Pedro son 1.099 Km. y 1.315 Km. de red hídrica por cada kilómetro cuadrado de superficie, respectivamente y resultan de la división de la longitud total para el área de la subcuenca. Estos valores indican que estas subcuencas son pobremente drenadas, ya que se considera una cuenca bien drenada aquella cuya densidad de drenaje es mayor a 2.5 Km/Km² y frecuencia mayor a 1.

Estos resultados ponen en manifiesto que el manejo de estas subcuencas debe ser cuidadoso e intenso para evitar el deterioro de los cauces y el desequilibrio total de la cuenca.

4.1.6.1.2 Tipos de Sistemas de Drenaje

El tipo de sistema corresponde a la distribución o arreglo geométrico de los tributarios. Depende principalmente de la relación entre la infiltración y el escurrimiento que caracterizan dichos materiales, existen otras variables que tienen un efecto importante en esa relación, entre ellas: Tipo y densidad de la vegetación, Grado natural de humedad del suelo, Composición mineralógica de suelos o rocas, Condiciones geoquímicas especiales producidas por la relación clima-minerales, Otros efectos físico-químicos.

La importancia de los sistemas de drenaje radica en el hecho de que el sistema de drenaje provee principalmente información sobre las características físicas de los materiales. En el área se identificaron dos tipos de drenajes.

Radial Centrífugo

En la zona en estudio predomina este patrón de drenaje que es muy común en las zonas volcánicas. Se denomina así, porque las corrientes fluviales se encuentran dispuestas como rayos o radios de una rueda, con relación a un punto central. (Ver Figura 4.3).

Dendrítico

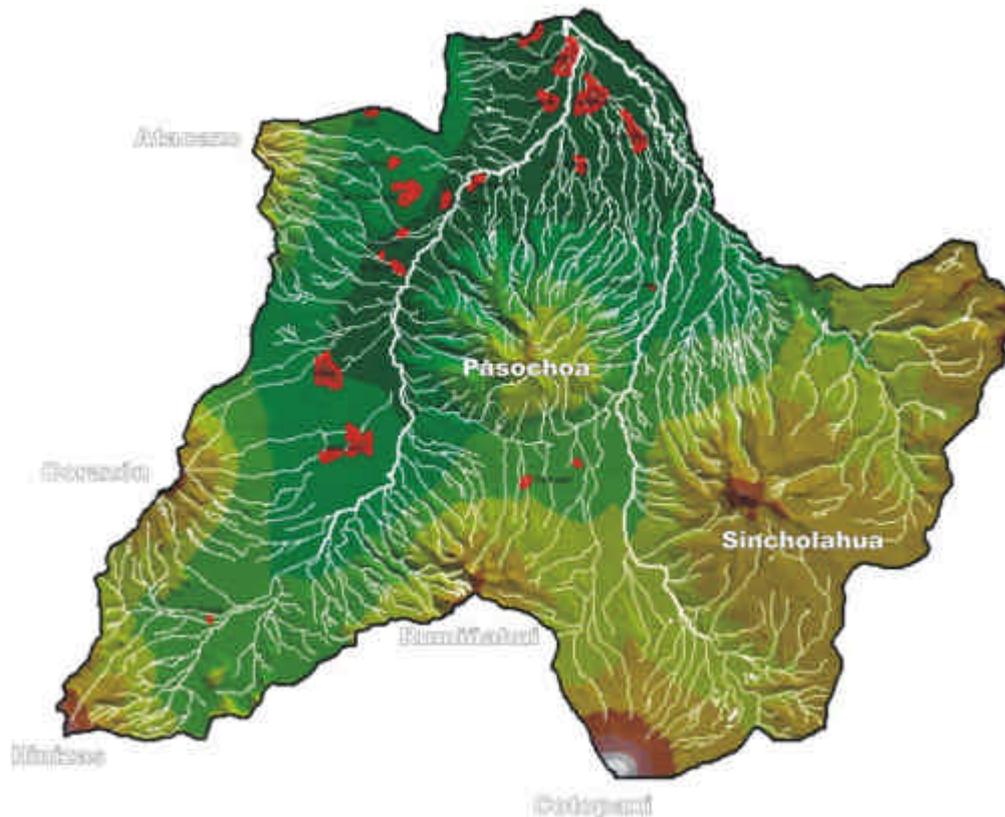
Se denomina también arborescente, por parecerse en su desarrollo a la configuración de un árbol, de donde le viene su nombre, del griego "dendron", árbol. Es la más común de todas las configuraciones del drenaje. En este sistema, la corriente principal corresponde al tronco del árbol, las secundarias o tributarias a las ramas del mismo, y las de menor categoría a las hojas.

Esta configuración tiene lugar "donde la estructura rocosa no interfiere en el desenvolvimiento fluvial" (James, 1935), por lo tanto se asume la presencia de rocas de composición homogénea y la presencia de rasgos estructurales. Principalmente se produce en rocas sedimentarias homogéneas casi horizontales y como en muchas llanuras ocurre en rocas ígneas macizas, como las graníticas. (Ver Figura 4.3).

Paralelo

Generalmente se desarrollan en formaciones con pendientes fuertes y uniformes o con sistemas de fallas paralelas y también en terrenos uniformemente inclinados, constituidos por materiales de grano grueso. Implica una pendiente regional pronunciada. (Ver Figura 4.3).

Figura 4.3 Sistemas de Drenaje



4.1.7 SUELOS

Las variaciones del suelo en esta región se deben principalmente a la precipitación, temperatura y evapotranspiración. Así los suelos se definen de la siguiente manera debido a la topografía, la permeabilidad de la ceniza y la elasticidad, las alturas de las subcuencas varían de los 2000 a 3500 msnm, el suelo está cubierto por ceniza volcánica o cangahua impermeable lo que hace que el agua se escurra por encima, en las partes húmedas la cangahua se desintegra y meteoriza formando suelo limo-arcilloso negro oscuro, en las partes altas de la cuenca en donde la precipitación aumenta y la temperatura baja, la meteorización de la cangahua es más intensa. (Anexo C: Foto 7).

En base al mapa de suelos del Ecuador escala 1:50.000 (DINAREN, 2002) que clasifica a los suelos utilizando el Sistema Norteamericano Soil Taxonomy (Anexo

A.5: Mapa de Suelos), se obtuvo el siguiente cuadro, donde se enumeran los tipos de suelos existentes en el área (Ver Anexo D: Leyenda 3. Suelos).

Cuadro 4.9 Suelos

	Gran Grupo	Area (has)
Subcuenca Río San Pedro	Argiudolls	15996,12
	Argiudolls - Eutrandepts	227,74
	Cryandepts	7978,88
	Dystrandepts	18303,51
	Dystrandepts - Eutrandepts	947,50
	Eutrandepts	9301,21
	Eutrandepts - Argiudolls	529,30
	Vitrandepts	9332,75
	Sinsuelo	10312,49
	Roca	90,30
	Urbano	1865,24
	Nieve	60,66
Subcuenca del Río Pita	Andaquepts	195,09
	Argiudolls	1352,03
	Cryandepts	19665,88
	Cryandepts - Torripsamments	253,05
	Cryaquepts	2063,21
	Dystrandepts	8877,81
	Dystrandepts - Eutrandepts	45,76
	Eutrandepts	9135,08
	Eutrandepts - Cryandepts	707,08
	Hapludolls	2829,50
	Torripsamments	1357,83
	Troportents	1665,91
	Sinsuelo	8574,51
	Roca	1178,52
	Urbano	56,78
	Nieve	937,24

Fuente: DINAREN

Los suelos predominantes son los del orden Inceptisol (Dystrandepts), los cuales se han originado a partir de diferentes materiales resistentes o cenizas volcánicas en posiciones de relieve extremo, fuertes pendientes o depresiones o superficies geomorfológicas jóvenes.

El uso de estos suelos es muy diverso y variado, las áreas de pendientes son más apropiadas para la reforestación mientras que los suelos de depresiones con

drenaje artificial pueden ser cultivados intensamente. Sus limitantes para uso agropecuario son las fuertes pendientes, la baja fertilidad y bajas temperaturas.

4.1.7.1 Uso Actual

Se refiere a la utilización que se encuentra dando actualmente al suelo (Anexo C: Foto 8). Este análisis se basa en el mapa de Uso Actual y Cobertura Vegetal escala 1:50.000 del convenio MAG-IICA-CLIRSEN, 2000, (Anexo A.6: Mapa de Uso Actual y Cobertura Vegetal).

En el Cuadro 4.10 se enumeran las unidades presentes en el área de estudio, la unidad predominante corresponde al páramo, que es la vegetación herbácea de alta montaña. Se agrupan pajonales, frailejones, almohadillas y arbustos coriáceos. (Ver Anexo D: Leyenda 4. Uso Actual)

Cuadro 4.10 Uso Actual y Cobertura Vegetal

Uso Actual y Cobertura Vegetal	Area (has)
Afloramientos rocosos, grava y minas	4694,30
Asociaciones	43383,71
Bosque Plantado	3580,76
Bosques	2545,78
Cultivos de Ciclo Corto	4476,75
Cultivos Perennes	392,02
Nieve y hielo	2818,97
Páramo	49223,97
Pasto Cultivado	19695,14
Zona Urbana	3045,40

Fuente: DINAREN

4.1.8 Peligros Naturales

Fenómenos Naturales son eventos en los que el hombre no tiene ningún grado de participación ni control, como por ejemplo: Terremotos, erupciones volcánicas, deslizamientos, inundaciones y sequías (lluvias), tormentas tropicales. En un momento determinado afectan al hombre y él no los puede crear o evitar, son recursos naturales negativos en el país.

Peligros o Amenazas Naturales se denominan así a los fenómenos naturales que afectan a la población. “Es la probabilidad de ocurrencia de un suceso potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado” (UNDRO 1979).

Riesgos Naturales es la probabilidad de que ocurran pérdidas humanas o materiales, en un determinado lugar dentro de un determinado lapso de tiempo debido a un evento natural de carácter destructivo. Es producto de tres factores: El Valor, la vulnerabilidad y la peligrosidad.

El valor puede explicarse por el número de vidas humanas, del costo material de una propiedad o de la capacidad productiva que estarían expuestas a un determinado peligro.

La Vulnerabilidad es una medida de la proporción del valor, antes definido, que podría perderse por un determinado evento.

La Peligrosidad podría definirse como la probabilidad que una zona determinada pueda ser afectada, dentro de un determinado período, por un fenómeno destructivo.

La única forma de reducir el riesgo es procurar que cuando estos eventos se realicen produzcan el menor daño, es decir, disminuir la vulnerabilidad.

En base a la valoración de las amenazas de origen natural por cantón, de la Cartografía de Riesgos y Capacidades en el Ecuador. (Florent Demoraes y Robert D´ercole, 2001), en cuyo trabajo se determina el grado o nivel de amenazas de origen natural al que está expuesta la población de cada uno de los cantones del país, determinamos los valores de cada amenaza para la zona en estudio. Estos valores van de Mínimo Peligro (0, Zona I) a Máximo Peligro (3, Zona IV).

4.1.8.1 Peligro Volcánico

Los volcanes son aberturas naturales de la corteza terrestre, que ponen en comunicación las masas magmáticas internas con la superficie.

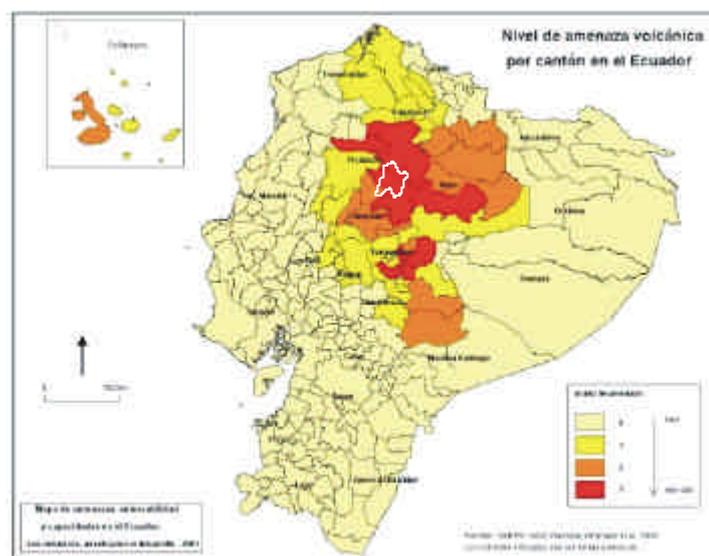
Las amenazas volcánicas derivan de dos clases de erupciones:

- Erupciones explosivas: se originan por la rápida disolución y expansión del gas desprendido por las rocas fundidas al aproximarse estas a la superficie terrestre. Las explosiones imponen una amenaza al desparramar bloques y fragmentos de rocas y lava, a distancias variantes del origen.

Las amenazas relacionadas con las erupciones volcánicas son los flujos de lava, la caída de cenizas y proyectiles, las corrientes de fango y los gases tóxicos. La actividad volcánica puede, a su vez, accionar otros eventos naturales peligrosos como inundaciones por rompimiento de las paredes de un lago o por taponamiento de arroyos y ríos, y derrumbes provocados por sismos.

La erupción del volcán Cotopaxi es del tipo explosiva. La zona en estudio se encuentra netamente en una región volcánica por lo que en su totalidad es una Zona IV 3. (Ver Figura 4.4).

Figura 4.4 Nivel de Amenaza Volcánica por cantón en el Ecuador



Fuente: Florent Demoraes y Robert Dércole, 2001

4.1.8.2 Riesgo Sísmico

Los terremotos se originan por la repentina liberación de la energía de tensión lentamente acumulada en una falla de la corteza terrestre. Los terremotos y los volcanes ocurren comúnmente en la zona de choque de las placas tectónicas. Los terremotos en particular, presentan una seria amenaza debido a la irregularidad en los intervalos de tiempo entre eventos, a la falta de sistemas adecuados de pronóstico y a los riesgos relacionados con lo siguiente:

- El sismo es una amenaza directa para cualquier construcción ubicada cerca del centro del terremoto.
- El desplome de edificios causa muchas fatalidades en áreas densamente pobladas.
- Los derrumbes ocurren a causa de sismos en áreas de morfología relativamente empinada y de poca estabilidad de pendiente.
- El hundimiento de tierra o depresión de la superficie es el resultado del asentamiento de sedimento flojo o no consolidado. El hundimiento de tierra ocurre en suelos inundados, terraplenes, aluviones y en otros materiales propensos a asentarse.

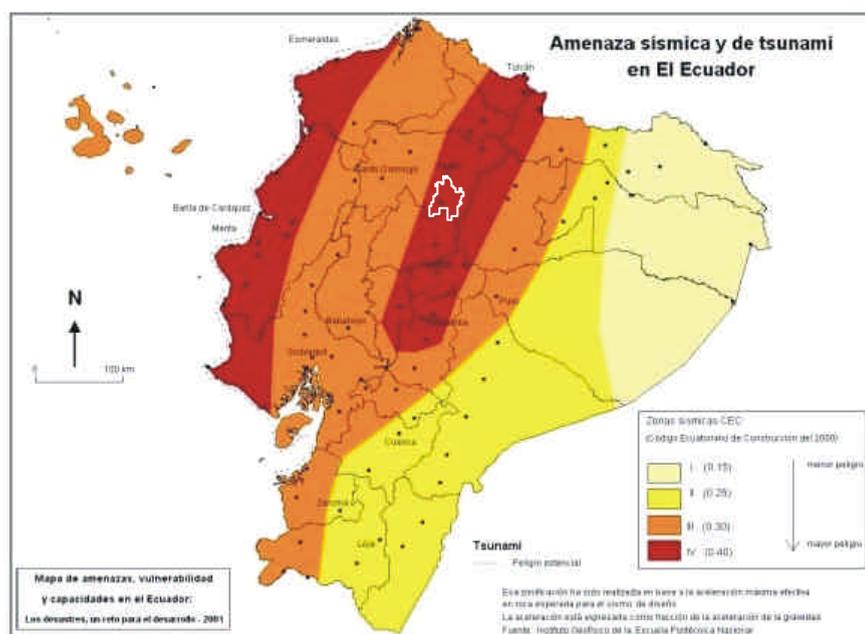
El valle de los Chillos parece ser una fosa tectónica que en el Oeste tiene bien definido los rasgos de la Falla Lumbisí. En 1938 ocurrió un terremoto en el valle de los Chillos siendo su zona más afectada la comprendida entre el Ilaló y Pasochoa al sur (Sauer y Putzer 1971). Otras fallas, mayormente cubiertas por depósitos cuaternarios, pueden ser débilmente activadas e inestables (Hall 1978), debido a lo cual puede existir un ligero riesgo civil en la zona.

Existe una falla regional importante que atraviesa la zona en sentido nor-oeste pasando junto a la población de selva alegre, en partes pone en contacto las rocas volcánicas modernas con las pliocénicas de la formación Pisayambo. Existen muchas fallas menores que afectan principalmente las rocas pliocénicas.

Los picos principales del Atacazo, Corazón e Illinizas yacen sobre una línea con dirección N 19° E, esta línea probablemente marca una falla principal hoy cubierta por los volcanes. En el sur ocurren tres fallas entre el Illiniza y el Corazón con rumbo N 40° E. En el sector de Machachi y sus alrededores existe una zona de fallas grandes, la mayoría cubiertas por depósitos cuaternarios (Hall y Ramon 1978) de las cuales al menos dos de ellas también tiene rumbo N 19° E aunque hay otras, o ramales, con dirección NS, NE-SO y NO-SE.

Esta zona de fallamiento ha controlado la formación del valle interandino en este sector. Las fallas son probablemente normales, la mayoría con hundimiento al Este. Es posible que hoy en día algunas de ellas sean activas e inestables. La zonificación fue definida a partir de la aceleración máxima efectiva en roca esperada para el sismo de diseño. La aceleración esta expresada como una fracción de la aceleración de la gravedad; es decir corresponde a una situación potencial. En este caso la zona en estudio pertenece a la Zona IV 3. (Ver Figura 4.5)

Figura 4.5 Amenaza Sísmica y de Tsunami en el Ecuador



Fuente: Florent Demoraes y Robert Dércole, 2001

4.1.8.3 Peligros Asociados a Procesos Gravitacionales

Los deslizamientos pueden activarse a causa de terremotos, erupciones volcánicas, suelos saturados por fuertes precipitaciones y por el socavamiento de los ríos.

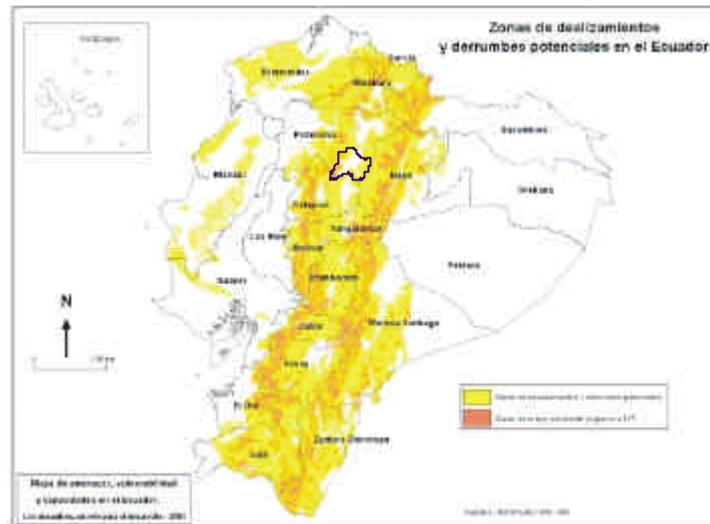
Un temblor de suelos saturados causado por un terremoto crea condiciones sumamente peligrosas. A pesar de que los deslizamientos se localizan en áreas relativamente pequeñas, pueden ser especialmente peligrosos por la frecuencia con que ocurren. Las distintas clases de deslizamientos son:

- El desprendimiento de rocas que se caracteriza por la caída libre de rocas desde un acantilado. Estas generalmente se acumulan en la base del acantilado formando una pendiente, lo que impone una amenaza adicional.
- Los derrumbes y las avalanchas, que son el desplazamiento de una sobrecarga debido a una falla de corte. Si el desplazamiento ocurre en material superficial sin deformación total, se le llama hundimiento.
- Los flujos y las dispersiones laterales, que ocurren en material reciente no consolidado donde la capa freática es poco profunda. A pesar de estar asociados con topografías suaves, estos fenómenos de licuefacción pueden llegar a grandes distancias de su origen.

El impacto de estos eventos depende de la naturaleza específica del deslizamiento. El desprendimiento de rocas obviamente constituye un peligro para los seres humanos y la propiedad, pero en general, impone una amenaza localizada dada su limitada área de influencia. Los derrumbes, las avalanchas, los flujos y las dispersiones laterales generalmente abarcan áreas extensas y pueden resultar en una gran pérdida de vidas humanas y propiedades. Las corrientes de fango relacionadas con erupciones volcánicas, pueden viajar a grandes velocidades desde su punto de origen y son una de las amenazas volcánicas más destructivas. Para determinar el valor de amenaza por deslizamientos se utilizó el mapa de zonas de deslizamientos y derrumbes potenciales en el Ecuador elaborado a partir de la información recopilada por el INFOPLAN y tomando en cuenta las pendientes

mayores. La zona de estudio es mayormente Zona I en la parte central y Zona IV en sus alrededores. (Ver Figura 4.6).

Figura 4.6 Zonas de Deslizamientos y Derrumbes Potenciales en el Ecuador

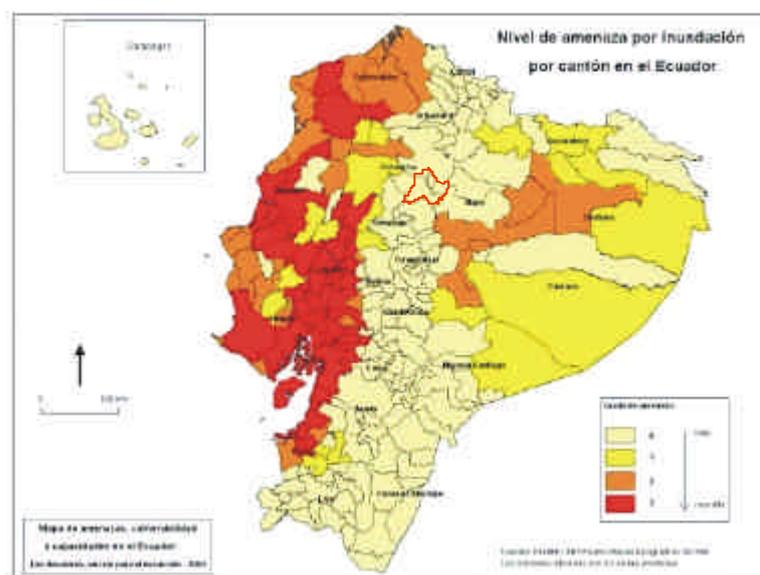


Fuente: Florent Demoraes y Robert Dércole, 2001

4.1.8.4 Otros Peligros

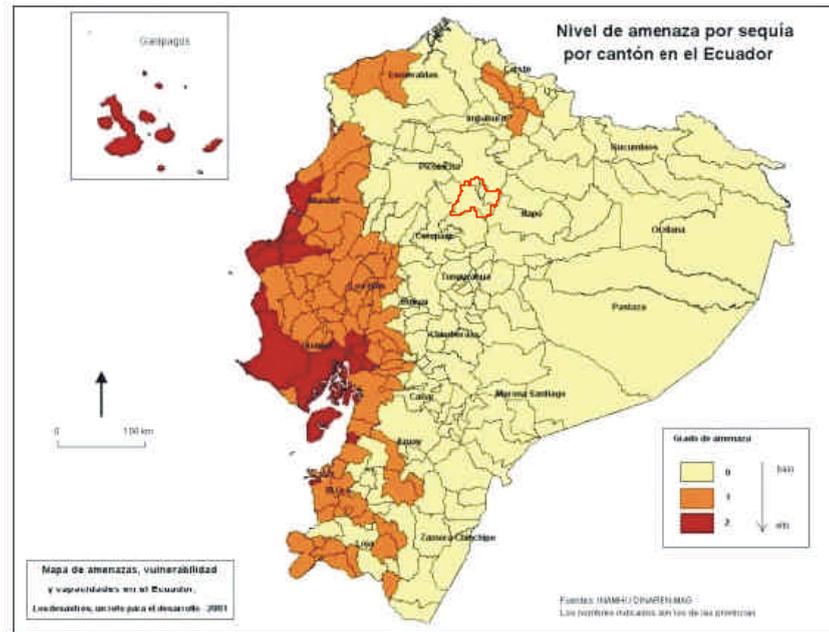
En cuanto a los peligros de inundación y sequía la zona de estudio se encuentra en la Zona I 0. Es decir este tipo de peligros no existen. (Ver Figura 4.7).

Figura 4.7 Nivel de Amenaza por Inundación por Cantón en el Ecuador



Fuente: Riesgos y Capacidades en el Ecuador, 2001

Figura 4.8 Nivel de Amenaza por Sequía por Cantón en el Ecuador



Fuente: Florent Demoraes y Robert Dércole, 2001

4.2 ANÁLISIS DEL COMPONENTE BIOTICO

4.2.1 Ecoclimatología

La ecoclimatología relaciona el hábitat y la climatología, pertenece al área de ecología que incluye aspectos de las ciencias naturales y resaltan el estudio de la naturaleza y su sustentabilidad.

4.2.1.1 Clasificación de las Zonas de Vida

Para esta clasificación se ha considerado el modelo de zonas de vida ecológicas del Dr. Leslie Holdridge (1945), y Cañadas (1983), cuya clasificación se basa en una relación entre clima y vegetación. En ella cada zona de vida recibe una única identificación, referida al tipo de formación vegetal y su asociación climática, que establece una formación característica distinta y un número indeterminado de comunidades específicas, denominadas asociaciones vegetales, lo que permite

incorporar dentro de cada zona de vida las formaciones vegetales que las caracteriza. (Anexo C: Foto 9). (Anexo A.7: Mapa de Zonas de Vida).

bosque húmedo Montano-Bajo (b.h.M.B)

Esta zona comprende las poblaciones de Sangolquí, Tambillo, y Machachi en la provincia de Pichincha. Se encuentra dentro del Callejón Interandino, en forma dispersa y formando parte de las estribaciones externas tanto de la cordillera Occidental, como de la Oriental.

Esta zona de vida se encuentra por arriba de los 2000 m.s.n.m. y se extiende en las vertientes de la cordillera Oriental hasta los 2900 metros, mientras que en la cordillera Oriental alcanza una altitud de 3000 metros. El promedio anual de precipitación pluvial oscila entre los 1000 y 2000 mm. y registra una temperatura media anual entre 12 y 18°C. Los niveles altitudinales inferiores de esta formación pueden ser tan bajos como 1750 metros y tan altos como 2300 metros, el límite superior coincide aproximadamente con el cultivo del maíz.

Esta zona es propicia para una gran variedad de cultivos y para el desarrollo de la ganadería, uno de los cultivos de esta zona son las papas, maíz, frijoles, también se cultivan ciertas hortalizas.

La explotación de los bosques es de considerar ya que existen maderas de buena calidad y mediante un manejo racional se puede lograr un rendimiento económico sostenido.

bosque muy húmedo Montano o Subpáramo muy húmedo (b.m.h.M)

Esta zona de vida, corresponde a los páramos bajos y muy húmedos como los que se encuentran en los páramos de Pichincha, Atacazo, Corazón y parte del Iliniza y Sincholagua, en la cordillera occidental en la provincia de Pichincha. Y en los páramos del Cotopaxi en la provincia de Cotopaxi.

Los rangos de altitud y temperatura casi son equivalentes a las del bosque húmedo Montano, pero recibe una precipitación promedio anual entre los 1000 y 2000 mm. Los límites inferiores varían en función de estos factores, así donde es más húmedo se lo encuentra a los 2800 y donde es menos húmedo a los 3000 metros, desde donde toma el nombre de "bosque nublado".

Un porcentaje todavía desconocido pero apreciable de la precipitación total no viene como lluvia verdadera, sino más bien es una resultante de la condensación directa de humedad de aire sobresaturado y neblinas que forman rocío sobre las rocas expuestas, suelo y vegetación. En realidad la formación es mucho más húmeda de lo que registran sus pluviómetros, factor de mucha significancia para el manejo de cuencas hidrográficas.

Por su alta humedad y baja temperatura, esta zona es impropia para labores agropecuarias. En la explotación del bosque, no se puede pensar por falta de especies de calidad y de desarrollo apropiado de los árboles.

páramo muy húmedo Sub-Alpino (b.m.h.S.A)

Esta formación vegetal la forman la cima del Rumiñahui, la vertiente occidental del Sincholagua, del Cotopaxi. Esta zona de vida cubre una superficie de 207.950 Has del territorio ecuatoriano.

Los rangos altitudinales y de temperatura promedio anual, de esta zona de vida, es similar a la del bosque húmedo Sub-Alpino, pero se diferencia de aquel, en que registra lluvias que fluctúan entre los 500 y 1000 mm anuales.

La temperatura varía de 6 a -3 °C, siendo los meses más fríos los de verano. Lluvia durante todo el año, aunque con menos intensidad en los meses de julio y agosto. Las temperaturas bajas de esta formación imposibilitan la explotación agraria. El pastoreo se practica aunque en pequeña escala.

páramo pluvial Sub-Alpino (b.p.S.A)

Esta zona de vida identifica a las vertientes orientales del Sincholagua hacia el volcán Cotopaxi, los páramos del Atacazo, Corazón e Iliniza. Cubre una superficie de 213.125 Has. del territorio ecuatoriano.

Este es un páramo que recibe precipitaciones entre los 1000 y 2000mm, cuyos rangos altitudinales y de temperatura son homólogos a las otras zonas de vida que se sitúan en este piso altitudinal. Las actividades agropecuarias en esta zona de vida son prácticamente nulas.

En el Cuadro 4.11 se muestra cada una de las zonas de vida del área de estudio con sus respectivas características:

Cuadro 4.11 Resumen Zonas de Vida

Símbolo	Nombre	Temperatura	Precipitación	Altura	Área (has)
b.h.M.B	Bosque húmedo Montano Bajo	12 - 18	1000 - 2000	2000 - 3000	52188.989
b.h.M.B	bosque húmedo Montano Bajo	7 - 18	500 - 2000	2000 - 3000	2864.043
b.m.h.M	Bosque muy húmedo Montano				
b.m.h.M	Bosque muy húmedo Montano	7 - 12	500 - 1000	2800 - 3000	39113.380
b.m.h.S.A	Bosque muy húmedo Sub-Alpino	5 - 6	500 - 1000	3000 - > 3000	1562.418
b.p.S.A	Bosque pluvial Sub-Alpino	3 - 6	1000 - 2000	3000 - > 3000	38111.683

4.2.2 Flora

Las condiciones climáticas existentes así como la reciente actividad volcánica han incentivado un desarrollo peculiar e interesante de las especies vegetales, el mismo que caracteriza los bellos paisajes de páramo. La décima parte del Ecuador 27.000 Km² está cubierta de páramos o de vegetación seca.

Los páramos están caracterizados por la presencia de plantas gramíneas, almohadillas y otro tipo de vegetación propia. Aquellos ubicados en los contrafuertes de la cordillera son ricos en brezos, líquenes y árboles cubiertos de

musgos, sirviendo al mismo tiempo de morada a osos, tapires y pumas. A continuación mostramos una lista de la flora existente en el lugar:

Cuadro 4.12 Flora

Nombre común	Nombre científico
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>
Chilca	<i>Baccharis latifolia</i>
Guarumo	<i>Bombacopsis squamigera</i>
Ortiguilla	<i>Cajaphora aequatoriana</i>
Cedro	<i>Carapa quianensis</i>
Guarumos	<i>Cecropia maxima</i>
Tangará	<i>Ceroxylon quinduense</i>
Chuquiragua	<i>Chuquiraga jussieui</i>
Chasquea scandens	<i>Chasquea scandens</i>
	<i>Chasquea sp.</i>
Sigze	<i>Cortaderia nitida</i>
Sangre de drago	<i>Croton magdalenensis</i>
Lechero	<i>Euphorbia laurifolia</i>
Sarcillo	<i>Fucsia pilaloensis</i>
Arrayán	<i>Guarea kuntiana</i>
Yagual	<i>Gynoxys buxifolia</i>
Sacha manzana	<i>Hesperomeles ferruginea</i>
Motilón o guaba	<i>Inga spectabilis</i>
Totorilla	<i>Juncos articus</i>
Colca	<i>Miconia theazeans - Miconia crocea</i>
Uña de gato	<i>Mimosa quitensis</i>
Balsa	<i>Ochroma theazeans</i>
Pambil	<i>Otoba gordinifolia</i>
Romerillo	<i>Podocarpus oleifolius</i>
Capulí	<i>Prunas serotina var. Capulí</i>
Mora silvestre	<i>Rubus coriaceous</i>
Duco	<i>Sapium verum</i>
Ortiga	<i>Urera baccifera</i>
Valeriana	<i>Valeriana microphylla.</i>
	<i>Valeriana sp.</i>
Encino	<i>Weinmania pinnata</i>
Orejas de conejo	<i>Bromas pubescens</i>
Quishuar	<i>Buddleja incana</i>
	<i>Buddleja sp.</i>
Gencianas	<i>Gentiana spp.</i>

Cacho de venado	<i>Halenia weddeliana</i>
Licopodios	<i>Huperzia spp.</i>
Romerillo de páramo	<i>Hypericum laricifolium</i>
Pumamaqui	<i>Oreopanax spp.</i>
Pino	<i>Pinus radiata</i>
Pajonales	<i>Stipa sp. Festuca sp.</i>
	<i>Calamagrostis sp.</i>
Pucuneros	<i>Syphocampulos giganteus</i>
Mortiño	<i>Vaccinium sp.</i>
	<i>Vaccinium floribundum</i>
Almohadillas	<i>Werneria nubigena</i>
	<i>Azorella sp.</i>
Orejuela	<i>Alchemilla orbiculata</i>
Zarcillo del inca	<i>Brachyotum sp.</i>
Zapatitos	<i>Calceolaria spp.</i>
Izu	<i>Dalea sp.</i>
Sacha chocho	<i>Lupinus sp.</i>
Atugsara	<i>Phytolaca bogocensis</i>
Espuela de gallo	<i>Berberis sp.</i>
Ashpacorral	<i>Bomarea sp.</i>
Palma de ramos	<i>Ceroxilon sp.</i>
Paraguas	<i>Gunnera sp.</i>
Guayusa de monte	<i>Hedyosmum sp.</i>
Iguilán	<i>Monnina obtusifolia</i>
Cedrillo	<i>Phyllantus salveifolius</i>
Podocarpus	<i>Podocarpus oleifolius</i>
Polilepsis o quinar	<i>Polylepsis sp.</i>
Mora	<i>Rubus sp.</i>

Fuente: Proyecto INEFAN-GEF

Se puede encontrar plantas en estado original en quebradas, a orillas de los ríos, en lugares donde no son frecuentadas por el hombre. Por ejemplo uvilla, nabo silvestre, rabanillo, entre otras.

En siglos atrás proliferaron los bosques y cultivos de alisos, sauces, nogales, cedro, cabuya blanca, pasto negro, palo de prado, amaranto, naranjilla silvestre, manzana silvestre. Lamentablemente los bosques naturales fueron reemplazados por cultivos, áreas dedicadas al pastoreo de ganado o por grandes ciudadelas o barrios marginales. (Anexo C: Foto 10).

Ahora existen cultivos de especies ornamentales, frutales, alimenticias, medicinales, los mismos que están siendo reemplazados por la construcción de fábricas y viviendas.

Entre las ornamentales se destacan los cartuchos, palmas de jardín, huircundos, papiros, lirios, girasoles, dalias, margaritas, claveles, geranios, acaceas, tupirrosas, floripondios, rosales. A gran escala empieza la producción de flores para la exportación; entre ellas claveles y más especies.

Entre las plantas frutales y alimenticias encontramos cultivos de cebada, papas, trigo, fréjol, el afamado de maíz del valle, remolachas, zanahorias, espinacas, coles, coliflor, rábanos o achiras, coco de la sierra, arvejas habas, ají, pimientos, apio, etc. Aún existen unas pocas plantas de olivos cultivados por los españoles en época de la Colonia y de la cuál se extraía el aceite de oliva, para su alimentación; además de las aceitunas.

Entre las plantas medicinales tenemos: la sábila, romero, menta, botoncillo, manzanilla, taraxaco, chuquiragua, paico, moradilla, cedrón, hierba mora, ortiga. Como único representante de las maderas ha quedado el eucalipto, pese que antes existieron bosques de laureles, cedros, alisos entre otras.

4.2.3 Fauna

La civilización ha ido extinguiendo a las especies de mamíferos y aves, entre ellas: venados, lobos, osos, cervatillos, jaguares, etc. Todos éstos de la época aborígen, los mismos que fueron reemplazados por el ganado vacuno, caballar, porcino, equino. (Anexo C: Foto 11).

Aún existen pocas especies de animales en los bosques y lugares alejados, en el cuadro siguiente se muestra la fauna de la zona.

Cuadro 4.13 Fauna

Nombre común	Nombre científico
Sachacuy	<i>Agouti taczanowskii</i>
Cotinga penachirroja	<i>Ampelion rubrocristatus</i>
Platero	<i>Anisognathus igniventris</i>
Jambato	<i>Atelopus ignescens</i>
Gavilán de espalda roja	<i>Buteo polyosoma</i>
Semilleros	<i>Catamenis sp.</i>
Torcaza	<i>Columba fascista</i>
Zorrillo	<i>Conepatus chinga</i>
Rana	<i>Eleutherodactylus curtipes</i>
Rana	<i>Eleutherodactylus orcesi</i>
Rana	<i>Eleutherodactylus unistrigatus</i>
Colibrí pico de espada	<i>Ensifera ensifera</i>
Quilico	<i>Falco sparverius</i>
Guarro	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>
Chucuri	<i>Mustela frenata</i>
Candelita	<i>Myioborus melanocephalus</i>
Pava	<i>Penelope montagnii</i>
Lobo de páramo	<i>Pseudalopex culpaeus</i>
Conejo	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>
Pues pues	<i>Synallaxis azarae</i>
Juego perdido	<i>Troglodytes solstitialis</i>
Mirlo - Mirlo grande	<i>Turdus fuscater</i>
Pato puntedo	<i>Anas flavirostris</i>
Preñadilla	<i>Astroblepus sp.</i>
Monja cabeza café	<i>Atlapetes rufinucha</i>
Garcita bueyera	<i>Bubuleus ibis</i>
Buho	<i>Buho virginianus</i>
Gavilán dorsirrojo	<i>Buteo polyosoma</i>
Compadre Gaspar	<i>Caprimulgus longirostris</i>
Musaraña	<i>Cryptotis thomasi</i>
Congo negro	<i>Diglosia humeralis</i>
Caballo cimarrón	<i>Equus caballus</i>
Puma	<i>Felis concolor</i>
Gallareta	<i>Fulica americana</i>
Sapo verde	<i>Gastrotheca riobambae</i>
Murciélago orejudo andino	<i>Histiotus montanus</i>
Gaviota andina	<i>Larus serranus</i>
Cervicabra	<i>Mazama rufina</i>
Perdiz de páramo	<i>Nothoprocta curvirostris</i>
Venado de cola blanca -	<i>Odocoileus virginianus</i>
Trucha arcoiris	<i>Onchocynchus mykiss</i>
Colibrí chuquiragua	<i>Oreotrochilus estella</i>

Pato enmascarado	<i>Oxyura dominica</i>
Curiquingue	<i>Phalacrocorax carunculatus</i>
Chorlito dorado menor	<i>Pluvialis dominica</i>
Ciervo enano	<i>Pudu mephistophiles</i>
Trucha	<i>Salmo trutta</i>
Lagartija	<i>Stenocercus guenhteri</i>
Oso de anteojos	<i>Tremarctos ornatus</i>
Andarríos solitario	<i>Tringa solitaria</i>
Lechuza	<i>Tyto alba</i>
Ligle, Veranero	<i>Vanellus resplendens</i>
Cóndor	<i>Vultur gryphus</i>
Tangara	<i>Anisognathus igniventris</i>
Tangara	<i>Atlapetes torquatus</i>
Ratón marsupial	<i>Caenolestes spp.</i>
Lagartija andina	<i>Pholidobolus montium</i>
Bandurria	<i>Theristicus caudatus</i>
Erizo	<i>Coendou quichua</i>
Zumbador	<i>Gallinago nobilis</i>
Cuchucho andino	<i>Nasua olivacea</i>
Caracara	<i>Phalacrocorax carunculatus</i>

Fuente: Proyecto INEFAN-GEF

4.3 ANÁLISIS DEL COMPONENTE SOCIOECONÓMICO

4.3.1 Lineamientos Generales

La población en su mayoría es mestiza. En esta zona se encuentran gran cantidad de poblados, los principales son: Machachi, Aloasi, Sangolquí, Amaguaña, Uyumbicho, Tambillo, Aloag, Cutuglahua, San Francisco, Fajardo, Chaupi, Cotogchoa, Rumipamba, Loreto del Pedregal, San Rafael y Selva Alegre.

La mayoría de centros poblados se encuentran marcados por un elevado desarrollo y crecimiento poblacional (Anexo C: Foto 12). Así por ejemplo la tasa de crecimiento poblacional anual del Cantón Rumiñahui es del 3.2 %, la misma que es elevada comparada con la del país que es 2.1% (INEC, 2001).

Los datos utilizados para la caracterización socioeconómica provienen del Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador (SIICE, 2000) y del Instituto Nacional de Estadística y Censos (Censo, 2001), tomando como unidad la división parroquial. Para la evaluación socioeconómica se tomó en consideración aspectos que caracterizan a los actores sociales en el área de estudio, los criterios considerados constituyen: densidad de población parroquial, distribución de la población, población económicamente activa por rama de actividad, incidencia de pobreza, infraestructura de salud y educación.

4.3.2 Densidad Poblacional

Densidad poblacional se define como la cantidad de habitantes por kilómetro cuadrado de superficie. Su cálculo tiene como fin visualizar el comportamiento de la concentración de los actores sociales dentro del contexto de desarrollo social y económico. Como resultado de este cálculo, se puede diferenciar claramente las parroquias más densamente pobladas con las de menor concentración de población por km^2 (Ver cuadro 4.14).

Cuadro 4.14 Densidad Poblacional por Parroquias

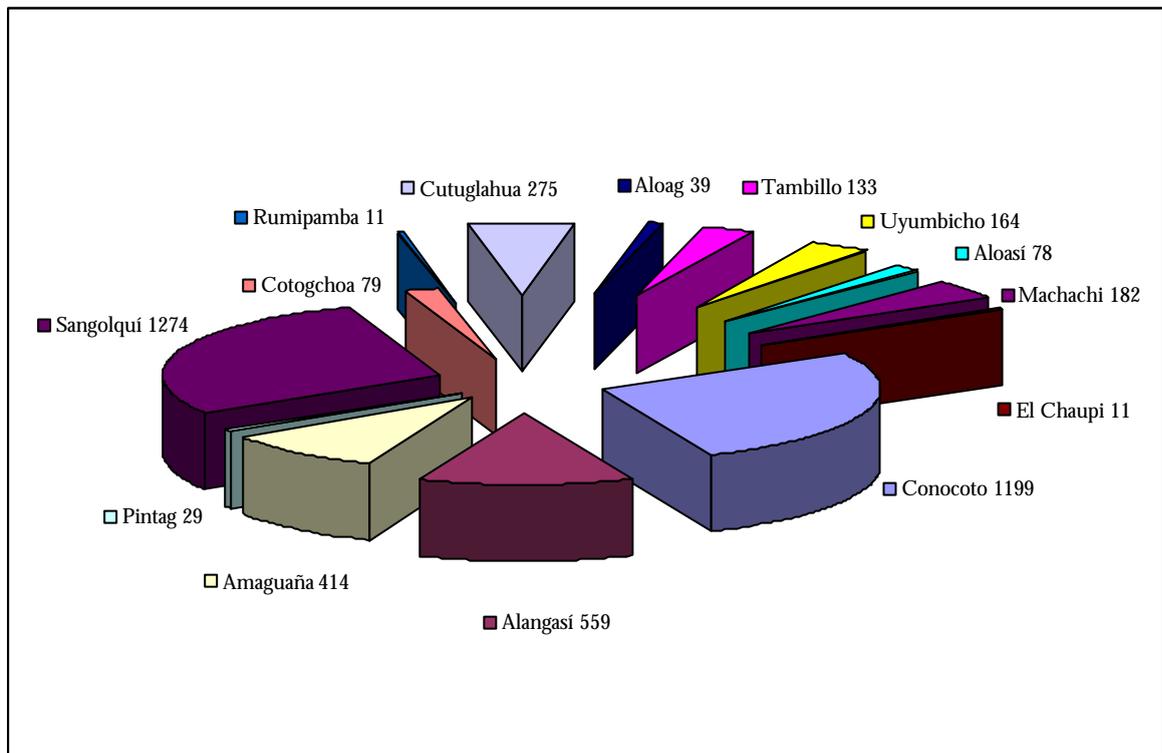
Cantón	Parroquia	Población	Área(Km ²)	Densidad (hab/ Km ²)
Quito	Conocoto	53137	44.336	1199
	Alangasí	17322	30.982	559
	Pintag	14487	493.291	29
	Amaguaña	23584	56.956	414
Rumiñahui	Rumipamba	477	41.844	11
	Cotogchoa	2843	36.109	79
	Sangolquí	71650	56.235	1274
Mejía	Aloasí	6855	87.677	78
	Machachi	72911	400.799	182
	El Chaupi	1322	119.916	11
	Cutuglahua	9987	36.368	275
	Aloag	8850	225.550	39
	Tambillo	6571	49.383	133
	Uyumbicho	3679	22.461	164

Fuente: Censo 2001

Las parroquias que presenta menor densidad poblacional son El Chaupi en el Cantón Mejía y Rumipamba en el Cantón Rumiñahui con 11 hab/ km^2 cada una, por otro

lado las parroquias de Sangolquí en Rumiñahui y Conocoto en el Distrito Metropolitano presentan la mayor densidad poblacional con 1274 y 1199 habitantes por km², respectivamente.

Figura 4.9 Densidad Poblacional por Parroquias



Fuente: Censo 2001

Las Parroquias de Sangolquí con 71.650 habitantes y Machachi con 72.911 habitantes, presentan las más altas concentraciones de población de la zona, justificándose su representación como las cabeceras de sus propios cantones.

4.3.3 Distribución de la Población

La distribución de la población visualiza la concentración de los actores sociales en los diferentes ámbitos geográficos, lo cuál permite analizar el comportamiento de estos, frente a la presencia o ausencia de los diferentes tipos de infraestructura.

Disgregando la información generada de densidades poblacionales del sector y considerando características de importancia, como: sí son cabeceras cantonales,

poblados, etc. se establece un grado de importancia a cada uno de los asentamientos humanos (Ver Cuadro 4.15).

Cuadro 4.15 Distribución de la población

Orden	Población
Primer	más de 60.000 habitantes
Segundo	25.000 a 60.000 habitantes
Tercer	10.000 a 25.000 habitantes
Cuarto	5.000 a 10.000 habitantes
Quinto	500 a 5.000 habitantes

En base a la clasificación anterior determinamos que Machachi y Sangolquí pertenecen al primer orden por tener una población mayor a 60.000 hab. Con estos se pone en evidencia su condición de cabeceras cantonales, Conocoto al segundo, Amaguaña, Alangasi y Pintag al tercer orden, Cutuglahua, Aloag y Tambillo al cuarto, Uyumbicho, Cotogchoa, El Chaupi y Rumipamba al quinto orden.

De esta manera se puede evidenciar una gran cantidad de centros poblados ubicados dentro de esta zona, así también la preferencia de la población a ubicarse en las partes bajas, a lo largo de los ríos Pita y San Pedro. La mayor cantidad y más importantes de ellos están a ubicados lo largo del Río San Pedro los mismos que se encuentran enlazados por vías de primer orden y de gran importancia, como la vía Panamericana. Se destacan: Sangolquí, Machachi, Aloag, Amaguaña, Tambillo y Uyumbicho. (Anexo C: Foto 13).

4.3.4 Población Económicamente Activa

Está determinada por la actividad del lugar, establecimientos o negocios en que la persona tuvo la ocupación señalada como ocupación principal, o que trabajó por última vez si estuvo cesante. En este caso se utilizaron datos del Censo del 2001 a nivel Cantonal. Las actividades están agrupadas en las siguientes ramas:

- Agricultura, ganadería, caza, pesca, silvicultura
- Manufactura
- Construcción

- Comercio
- Enseñanza
- Otras actividades (profesionales, técnicos, personal administrativo, etc.)

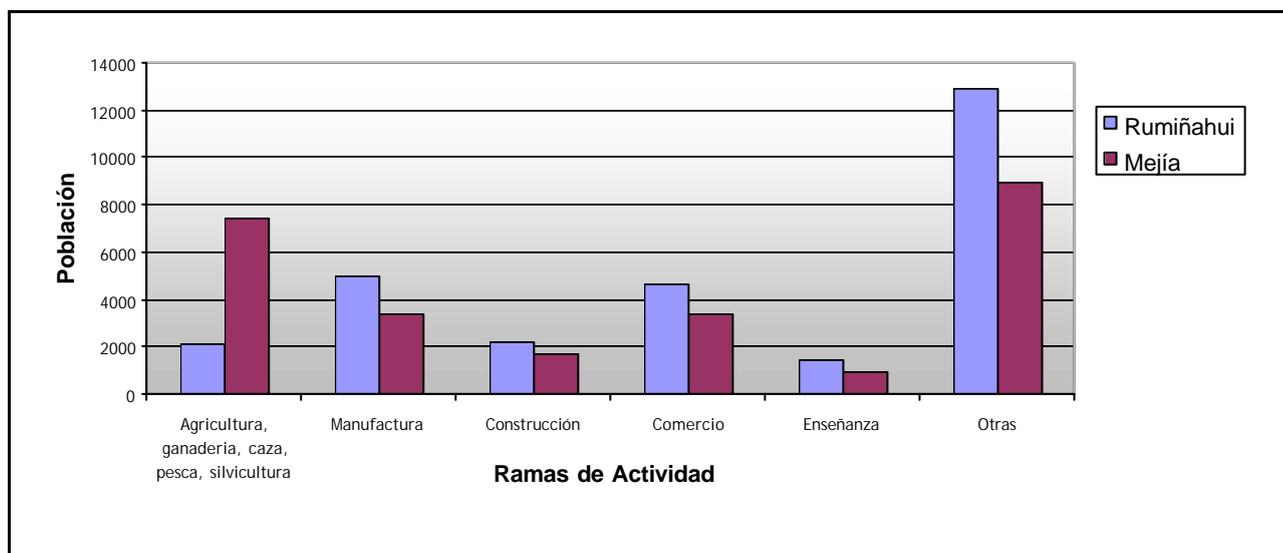
En el Cantón Rumiñahui predominan las actividades asociadas con profesionales, técnicos, personal administrativo, entre otros, así también las relacionadas con la manufactura con 12.929 pers. y 4.965 pers., respectivamente. En el Cantón Mejía al igual que en el anterior predominan Otras actividades (profesionales, técnicos, personal administrativo, entre otros) con 8.893 pers. y en segundo lugar agricultura, ganadería, caza, pesca y silvicultura con 7.457 pers. El Cantón Quito no ha sido tomado en cuenta debido a que el área dentro de nuestra zona de estudio no es representativa cantonalmente. (Ver Cuadro 4.16).

Cuadro 4.16 Actividad de la Población por Ramas

Ramas de Actividad	Rumiñahui	Mejía
Agricultura, ganadería, caza, pesca, silvicultura	2101	7457
Manufactura	4965	3342
Construcción	2217	1664
Comercio	4639	3405
Enseñanza	1409	931
Otras	12929	8893

Fuente: Censo 2001

Figura 4.10 Ramas de Actividad por Cantón



Fuente: Censo 2001

4.3.5 Infraestructura Educativa

De acuerdo al SIICE, 2000 en este tipo de infraestructura existe un predominio de la educación fiscal determinada por el 60.93%, y en menor proporción, la educación particular 37.67%. Se evidencia que la infraestructura educativa se concentra principalmente en los centros poblados, produciéndose cuatro núcleos bien diferenciados: el sector de Sangolquí, en sector de Conocoto, el sector de Pintag y el sector de Machachi. Los centros de educación superior están concentrados en la ciudad de Sangolquí, representados por dos Institutos Tecnológicos: G´ssot y Rumiñahui y la Escuela Politécnica del Ejército.

4.3.6 Infraestructura De Salud

El tipo y nivel de infraestructura de salud existente determina la atención que se brinda a la población circundante, siendo este un indicador importante dentro del criterio calidad de vida y desarrollo socioeconómico.

Hospital Cantonal: "Se ubica en el ámbito de las cabeceras cantonales, es la sede de las jefaturas de áreas rurales y base de la referencia de pacientes, el número de camas para hospitalización varía según el tamaño poblacional del cantón, cuenta con los recursos humanos y equipo médico mínimo necesarios para brindar atención de las cuatro especialidades básicas; dispone de servicios auxiliares de diagnóstico como laboratorio, rayos X, y otros; funciona las 24 horas del día todos los días" (Ministerio de Salud Pública).

Subcentro de Salud: "Se ha considerado la existencia de urbanos y rurales, dependiendo de su ubicación, se localizan en cabeceras parroquiales urbanas o rurales y en comunidades mayores de 6000 habitantes en el primer caso o de 2000 en el segundo caso; el recurso humano mínimo que atiende es un médico una enfermera y/o un auxiliar de enfermería; dependiendo de la infraestructura física, equipa recursos adicionales como odontólogo, enfermera, obstetrix, etc." (Ministerio de Salud Pública).

Existen 55 establecimientos de salud localizados en diferentes lugares de la zona. Estos son: Hospital cantonal, Subcentros de salud, Clínicas y Dispensarios de salud. En la ciudad de Sangolquí se encuentran 17 de estos establecimientos, es decir, el 30.1% de esta infraestructura.

Las dos cabeceras cantónales cuentan con hospitales. El resto de centros poblados, presentan una densidad de infraestructura de salud baja.

CAPITULO 5

5. DIAGNOSTICO FÍSICO CONSERVACIONISTA

El objetivo de este diagnóstico es sintetizar en una fórmula descriptiva, todo el conocimiento de una cuenca para poder visualizar y calcular en forma rápida y práctica, mediante un conjunto de parámetros su estado de deterioro o conservación, así como también lograr establecer prioridades en el tratamiento de las microcuencas hidrográficas.

5.1 SECTORIZACION DE LA CUENCA

Según La Propuesta de División Hidrográfica del País (CNRH) la zona de estudio forma parte de la subcuenca del Río Guayllabamba, la cuenca hidrográfica del Río Esmeraldas y el Sistema hidrográfico Esmeraldas.

La sectorización de los sistemas hidrográficos en esta propuesta consideró la homogeneidad climática y espacial de las cuencas hidrográficas, en cambio para las cuencas, subcuencas y microcuencas el criterio fue estrictamente hidrológico, esto quiere decir que la delimitación se hizo siguiendo las líneas de divorcio o líneas parte-aguas (Anexo A.8: Mapa de Microcuencas).

De acuerdo a la clasificación del diagnóstico físico-conservacionista basada en rangos de superficie y por cuestiones de estudio, a las microcuencas las agrupamos en dos subcuencas: la del río Pita y la del río San Pedro. A continuación se muestra cada microcuenca con su superficie en el área de estudio.

Cuadro 5.1 Sectorización de la Zona de Estudio

Subcuenca	Microcuenca	Área (has)	Subcuenca	Microcuenca	Área (has)
Río Pita	1201034 Q. Suruhaicu	929.454	Río San Pedro	1201047 Q. Ilugshi	5146.385
Río Pita	1201120 Drenajes Menores	3501.524	Río San Pedro	1201070 Q. Cuscungo	1184.540
Río Pita	1201031 Q. Merced	1030.865	Río San Pedro	1201048 Q. Sunihuaicu	1316.927
Río Pita	1201120 Drenajes Menores	1473.703	Río San Pedro	1201051 Q. Tambilloyacú	1877.763
Río Pita	1201030 R. Pita	13614.238	Río San Pedro	1201053 Q. Muqrón	2387.132
Río Pita	1201032 Q. Víctor Puñana	1656.896	Río San Pedro	1201120 Drenajes Menores	470.425
Río Pita	1201033 R. Salto	9223.672	Río San Pedro	1201058 R. Capelo	4262.779
Río Pita	1201120 Drenajes Menores	1710.884	Río San Pedro	1201120 Drenajes Menores	731.121
Río Pita	1201035 Q. Cariaco	5659.263	Río San Pedro	1201052 Q. S.N.	2126.176
Río Pita	1201036 R. Guapal	20094.834	Río San Pedro	1201049 Q. Girón	1146.895
Río San Pedro	1201050 Q. Santa Ana	1420.936	Río San Pedro	1201120 Drenajes Menores	928.772
Río San Pedro	1201039 Q. Puchalitola	1265.326	Río San Pedro	1201044 Q. El Timbo	4931.891
Río San Pedro	1201120 Drenajes Menores	696.172	Río San Pedro	1201057 R. Santa Clara	5168.416
Río San Pedro	1201120 Drenajes Menores	208.967	Río San Pedro	1201041 Q. S.N.	931.850
Río San Pedro	1201040 Q. San Agustín	681.127	Río San Pedro	1201043 Q. Guitig	1556.809
Río San Pedro	1201046 Q. Santiago	1248.348	Río San Pedro	1201045 R. Pedregal	5159.456
Río San Pedro	1201120 Drenajes Menores	1714.286	Río San Pedro	1201120 Drenajes Menores	730.416
Río San Pedro	1201055 Q. Suruhuaicu	2258.501	Río San Pedro	1201037 R. Jambelí	14433.360
Río San Pedro	1201054 Q. Canari	1702.618	Río San Pedro	1201038 Q. San Francisco	1646.986
Río San Pedro	1201120 Drenajes Menores	289.954	Río San Pedro	1201042 Q. Sigsichupa	4195.870
Río San Pedro	1201056 R. San Nicolás	3125.509			

5.2 FORMULA DESCRIPTIVA

Esta fórmula indica que la susceptibilidad a la erosión de una cuenca (E) es directamente proporcional al clima (C) y al relieve (R) e inversamente proporcional a la geología (G) (determinantes de la constitución del terreno) y la cobertura vegetal (V).

$$E(f) = \frac{C.R}{G.V} \quad (11)$$

Profundizando los criterios técnicos de la fórmula, la expresan como se muestra (Ver Fórmula (1)), en donde cada parámetro significa lo siguiente:

Zv: Zona de vida

D: Degradación específica (erosión potencial)

d: Sedimentos medidos en la estación (erosión actual)

p: Pendiente media

L: Litología de la zona

E: Erodabilidad de las rocas

e: Cobertura del proceso actual de erosión

v: Vegetación

5.2.1 Clima

5.2.1.1 Zonas de Vida

Zona de Vida es la unidad climática natural en la que se agrupan diferentes asociaciones, que corresponden a determinados factores: biotemperatura, precipitación y humedad.

Biotemperatura es la relación entre la vida vegetal o animal con la temperatura, aunque la vida animal está menos limitada por la temperatura, la vegetación es el fiel reflejo de este factor meteorológico.

Se utiliza la biotemperatura media anual que es la suma de los promedios diarios de temperatura sobre los 0 °C. y hasta los 30 °C. (Ámbito de variación dentro del cual la vida vegetativa se encuentra activa) dividiendo este valor para el número de días del año.

La precipitación corresponde a la precipitación media anual en milímetros, que cae de la atmósfera en forma de lluvia, nieve, granizo. El rocío no se toma en cuenta para este propósito.

Humedad es la relación entre la precipitación y la evapotranspiración potencial es la que determina las condiciones de humedad del suelo.

Evapotranspiración es la cantidad de agua total que retorna a la atmósfera en forma de vapor, a través del proceso combinado de evaporación y transpiración. La

evaporación es un proceso físico, por el cuál toda el agua se remueve de las superficies húmedas mayormente suelo y vegetación; transpiración es el proceso por el cuál existe una transferencia fisiológica del agua, absorbida por los tejidos de las plantas, y devuelta a la atmósfera.

Evapotranspiración potencial es la cantidad de agua que podría ser transpirada, bajo condiciones óptimas de humedad del suelo y cobertura vegetal

En Ecuador según el Mapa de Zonas de Vida realizado por Cañadas, escala 1:1000.000 se muestra la distribución geográfica de 25 zonas de vida que fueron reconocidas en el territorio nacional de acuerdo al sistema "Clasificación de Zonas de Vida o Formaciones Vegetales del Mundo" de Leslie R. Holdrige. En base a este mapa el DINAREN realizó el Mapa de Zonas de Vida a escala 1:50.000 que es el documento con el cual se trabajó.

Siguiendo la metodología del Diagnóstico Físico Conservacionista, cada zona de vida se representa por un número romano que es parte de la formula descriptiva de cada microcuenca (Ver Anexo B.5: Simbología de la Zonas de Vida).

En los casos que una misma microcuenca este conformada por varias zonas de vida, se toma en cuenta la predominante.

Posteriormente se establece un subíndice que indique el grado de semejanza de la vegetación existente, con el tipo de vegetación establecido por Cañadas. (Ver Anexo B.6: Grado de Semejanza de la Vegetación Existente).

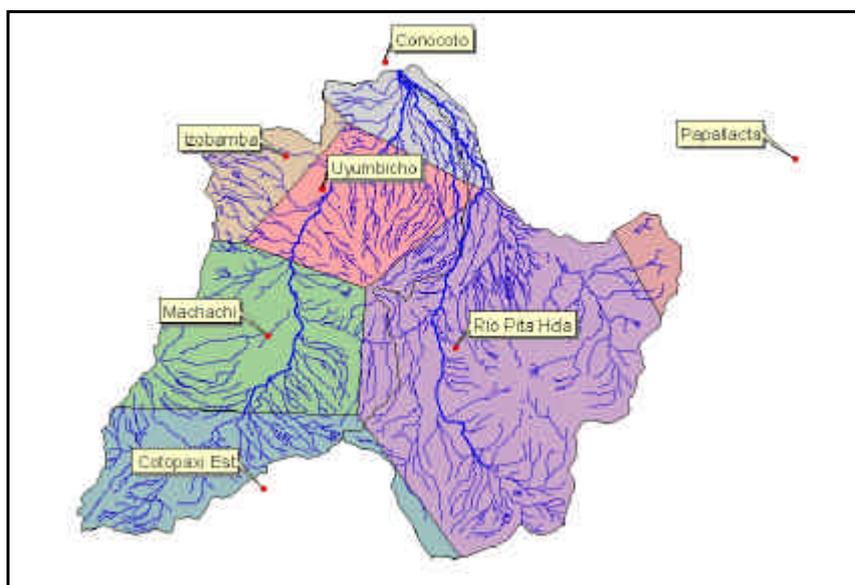
5.2.1.2 Degradación Específica

Es la cantidad de suelo que se pierde por erosión expresada en $m^3/Km^2/año$. Se ha comprobado que existe una correlación entre la degradación específica, la cantidad de precipitación y su modo de repartición. Este valor de degradación equivale a la erosión potencial de la subcuenca. (Anexo A.9: Mapa de Degradación Específica)

La relación entre la erosión del suelo y el clima a llevado a definir el coeficiente de Fournier $F = \frac{r^2}{P}$ (12) para expresar la acción del clima; donde r es la precipitación del mes de máxima pluviosidad registrado por una estación cuyos datos se muestran en el Cuadro 5.2 y P es la precipitación media anual calculada por el método de los polígonos de Thiessen.

Cada polígono constituye la representabilidad de la estación incluida en ellos, es decir, mientras mayor sea el área del polígono más representativa será la estación incluida en él. El registro recomendable es de por lo menos diez años y de la mayor cantidad de estaciones disponibles en el área, tanto dentro de las microcuencas como en las cercanías de las mismas.

Figura 5.1 Polígonos de Thiessen



Con el coeficiente de Fournier de cada estación se determina el valor de degradación específica para cada una de ellas escogiendo la recta adecuada (Anexo C.1: Figura Coeficiente de Fournier).

El resultado se representa por un símbolo en la fórmula descriptiva (Ver Anexo B.7: Simbología de la Degradación Específica). El cálculo y resultados se muestran en el Cuadro 5.3.

Cuadro 5.2 Precipitación Media Mensual

	Subcuenca Río San Pedro						Subcuenca Río Pita				
	Izobamba	Conocoto	Uyumbicho	Machachi	Cotopaxi	Río Pita	Conocoto	Uyumbicho	Cotopaxi	Papallacta	Río Pita
Ene	133,66	84,11	174,27	88,56	103,91	63,10	84,11	174,27	103,91	107,67	63,10
Feb	190,67	182,61	233,72	119,67	138,15	87,59	182,61	233,72	138,15	83,09	87,59
Mar	192,88	200,01	209,06	127,65	163,05	80,41	200,01	209,06	163,05	110,01	80,41
Abr	176,12	177,03	203,54	108,05	131,63	88,40	177,03	203,54	131,63	103,80	88,40
May	146,41	168,05	164,96	81,55	135,56	53,19	168,05	164,96	135,56	110,34	53,19
Jun	80,51	68,75	84,68	70,80	87,96	62,30	68,75	84,68	87,96	159,43	62,30
Jul	29,23	29,20	29,50	32,45	51,71	70,77	29,20	29,50	51,71	181,55	70,77
Ago	35,24	38,27	36,98	44,14	42,21	43,10	38,27	36,98	42,21	136,17	43,10
Sep	91,90	126,93	94,02	74,55	103,79	48,16	126,93	94,02	103,79	112,29	48,16
Oct	167,46	214,84	177,15	96,41	123,39	99,36	214,84	177,15	123,39	97,27	99,36
Nov	160,50	184,27	187,91	103,08	119,43	107,53	184,27	187,91	119,43	91,73	107,53
Dic	123,97	148,02	152,39	79,07	96,29	61,49	148,02	152,39	96,29	70,27	61,49

Fuente: INAMHI Precipitación media mensual (1965 - 1980)

Coeficiente de Fournier

Cuadro 5.3 Coeficientes de Fournier y Degradación Específica

	Subcuenca Río San Pedro						Subcuenca Río Pita				
	Izobamba	Conocoto	Uyumbicho	Machachi	Cotopaxi	Río Pita	Conocoto	Uyumbicho	Cotopaxi	Papallacta	Río Pita
r^2	192.88 ²	214.84 ²	233.72 ²	127.65 ²	163.05 ²	107.53 ²	214.84 ²	233.72 ²	163.05 ²	181.55 ²	107.53 ²
P	1324	1324	1324	1324	1324	1324	935	935	935	935	935
F	28.10	34.86	41.26	12.31	20.08	8.73	49.36	58.42	28.43	35.25	12.37
D	1150	1410	1755	60	570	0	2180	2580	1190	1480	65
<i>Símbolo</i>	D3	D3	D3	D1	D2	D1	D4	D4	D3	D3	D1

Diagramas Ombrotérmicos

Es un gráfico de doble entrada en el que se presentan resumidos los valores de precipitación y temperatura recogidos en una estación meteorológica. Se presentan los datos medios de cada mes del año, teniendo en cuenta la precipitación y la temperatura media a lo largo de todos los años observados, estos datos se presentan en los Cuadros 5.2 y 5.4.

Cuadro 5.4 Temperatura Media Mensual

	Subcuenca Río San Pedro						Subcuenca Río Pita				
	Izobamba	Conocoto	Uyumbicho	Machachi	Cotopaxi	Río Pita	Conocoto	Uyumbicho	Cotopaxi	Papallacta	Río Pita
Ene	11.05	15.29	13.58	12.66	8.07	5.93	15.29	13.58	8.07	9.56	5.93
Feb	10.94	14.98	13.48	12.47	8.08	5.93	14.98	13.48	8.08	9.65	5.93
Mar	10.94	15.21	13.55	12.35	8.21	5.84	15.21	13.55	8.21	9.48	5.84
Abr	10.96	15.25	13.73	12.65	8.18	6.21	15.25	13.73	8.18	9.95	6.21
May	11.08	15.42	13.67	12.80	8.19	6.10	15.42	13.67	8.19	9.57	6.10
Jun	10.62	15.16	13.56	12.42	7.87	5.33	15.16	13.56	7.87	8.81	5.33
Jul	10.56	15.21	13.84	12.71	7.92	4.57	15.21	13.84	7.92	8.44	4.57
Ago	10.57	15.24	13.90	12.80	7.94	4.76	15.24	13.90	7.94	8.47	4.76
Sep	10.42	15.32	13.67	12.62	8.06	5.36	15.32	13.67	8.06	8.83	5.36
Oct	10.45	15.25	13.54	12.46	8.10	5.93	15.25	13.54	8.10	9.53	5.93
Nov	10.63	15.10	13.35	12.25	8.20	6.00	15.10	13.35	8.20	10.08	6.00
Dic	10.84	15.46	13.65	12.73	8.16	6.08	15.46	13.65	8.16	9.76	6.08

Fuente: INAMHI Temperatura media mensual (1965 - 1980).

Las temperaturas y las precipitaciones medias mensuales se representan de manera que la curva o las barras rectangulares que expresan las precipitaciones se superpongan a la curva de las temperaturas. Cuando se sigue el método de Gausson se representa los promedios mensuales de modo que cada 5° C de temperatura, corresponden 10 mm. de precipitación.

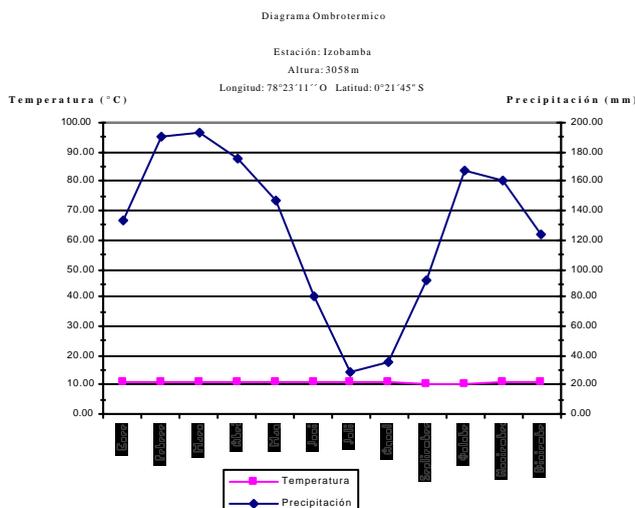


Figura 5.2 Diagrama Ombrotérmico Izobamba

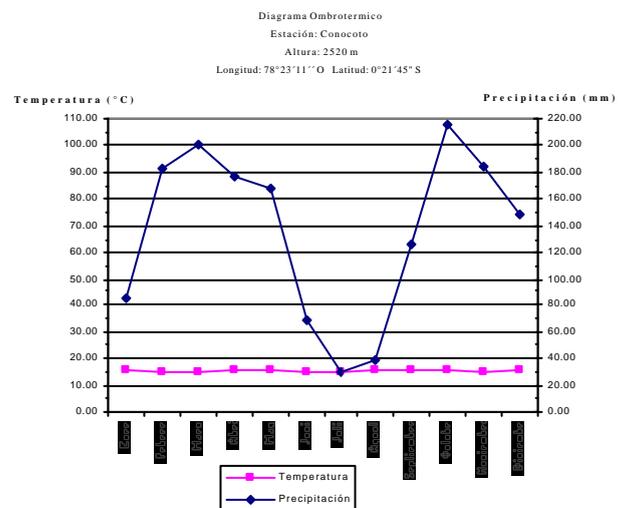


Figura 5.3 Diagrama Ombrotérmico Conocoto

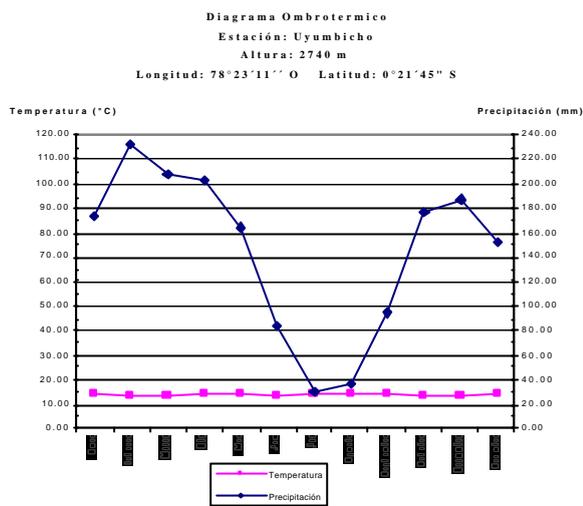


Figura 5.4 Diagrama Ombrotérmico Uyumbicho

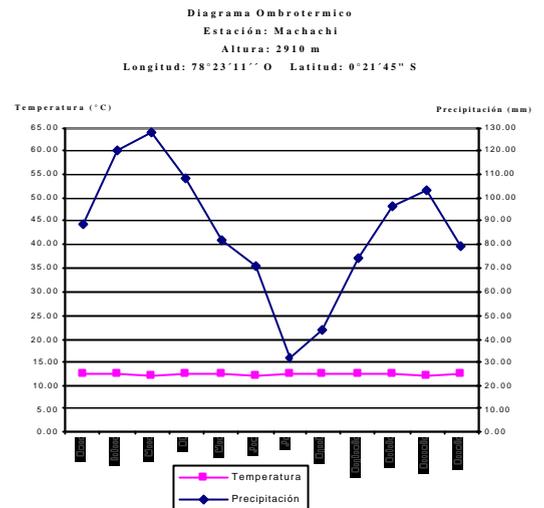


Figura 5.5 Diagrama Ombrotérmico Machachi

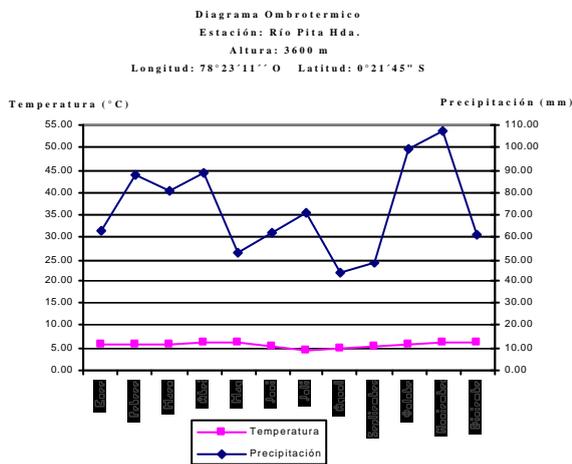


Figura 5.6 Diagrama Ombrotérmico Río Pita

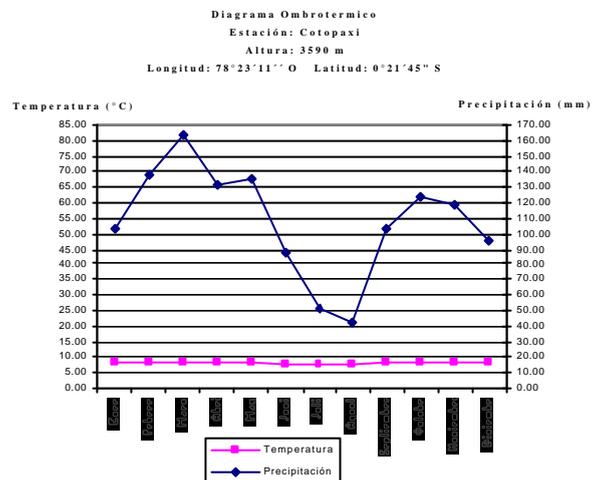


Figura 5.7 Diagrama Ombrotérmico Cotopaxi

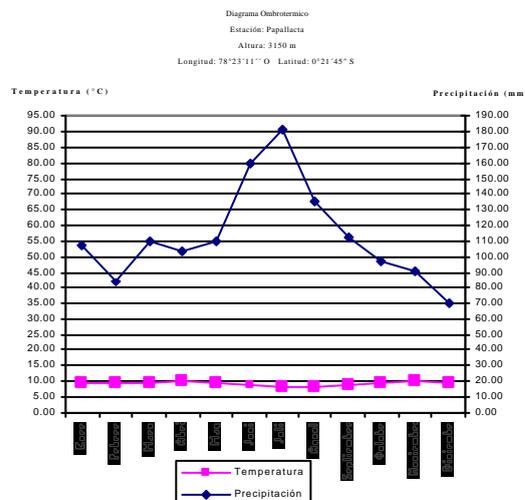


Figura 5.8 Diagrama Ombrotérmico Papallacta

Según Gausson, una época árida se presenta cuando la curva de precipitaciones queda por debajo de la curva de temperatura, así como una época húmeda cuando las precipitaciones exceden en mucho a la curva de temperatura. El análisis de los diagramas establece que no existen épocas áridas en la zona de estudio pero en cinco de las siete la curva de la precipitación se acerca a la de la temperatura en los meses de Julio y Agosto.

5.2.2 Relieve

5.2.2.1 Sedimentos Medidos

La erosión es un fenómeno presente en cualquier cuenca hidrográfica por muy conservada que esta se encuentre, la información de los sedimentos es de gran importancia para profundizar en el conocimiento sobre el estado de deterioro en el que se encuentra la cuenca. Esta erosión se debe considerar como la erosión actual, y no se debe confundir con la degradación específica ya que esta es la erosión potencial (Anexo A.10: Mapa de Sedimentos).

Al no contar con estaciones medidoras de sedimentos que nos permitan establecer la pérdida de suelo por erosión, se realizaron aforos con el método del flotador (Anexo C: Foto 14). Se tomaron dos muestras por cada subcuenca y en las dos épocas del año (seca y lluviosa). En el Cuadro 5.5 se muestra los valores de caudales y sedimentos presentes.

Cuadro 5.5 Sedimentos Medidos en la Estación

		Río Pita		Río San Pedro	
		Caldera	Botadero	Machachi	Uyumbicho
Lluviosa	Caudal	1.953 m ³ /seg	0.304 m ³ /seg	2.613 m ³ /seg	0.511 m ³ /seg
	Sedimentos	2.231 gr/lit	0.366 gr/lit	3.891 gr/lit	0.613 gr/lit
Seca	Caudal	1.472 m ³ /seg	0.242 m ³ /seg	1.953 m ³ /seg	0.401 m ³ /seg
	Sedimentos	1.710 gr/lit	0.297 gr/lit	2.862 gr/lit	0.534 gr/lit

Cálculo del Aporte de Sedimentos Río Pita

Caudal promedio: 1.842 m³/seg

Sedimentos medidos promedio: 0.302 gr/lit

Área de la subcuenca: 588.95 Km²

Densidad aparente del suelo: 1.2 gr/cm³

$$V = \frac{m}{d} \quad (11)$$

$$V = \frac{0.302 \text{ gr/lit}}{1.2 \text{ gr/cm}^3} = 0.252 \text{ cm}^3 / \text{lit}$$

$$V / \text{año} = V \cdot Q \cdot \text{año} \quad (12)$$

$$0.252 \frac{\text{cm}^3}{\text{lit}} 1842 \frac{\text{lit}}{\text{seg}} \left(3600 \frac{\text{seg}}{\text{h}} 24 \frac{\text{h}}{\text{día}} 365 \frac{\text{día}}{\text{año}} \right) = 1463850662 \text{ cm}^3 / \text{año}$$

$$14638.51 \frac{\text{m}^3}{\text{año}} / 588.95 \text{ km}^2 = 24.86 \text{ m}^3 / \text{Km}^2 / \text{año}$$

El aporte de sedimentos del Río Pita es 24.86, representa un aporte de sedimentos insignificante según la clasificación del diagnóstico (Ver Anexo B.8: Simbología Aporte de Sedimentos).

Cálculo del Aporte de Sedimentos Río San Pedro

Caudal promedio: 2.829 m³/seg

Sedimentos medidos promedio: 0.515 gr/lit

Área de la subcuenca: 749.457 Km²

Densidad aparente del suelo: 1.2 gr/cm³

Utilizando Fórmula (11):

$$V = \frac{0.515 \text{ gr/lit}}{1.2 \text{ gr/cm}^3} = 0.429 \text{ cm}^3 / \text{lit}$$

Utilizando Fórmula (12):

$$0.429 \frac{\text{cm}^3}{\text{lit}} 2829 \frac{\text{lit}}{\text{seg}} \left(3600 \frac{\text{seg}}{\text{h}} 24 \frac{\text{h}}{\text{día}} 365 \frac{\text{días}}{\text{año}} \right) = 3827338258 \text{ cm}^3 / \text{año}$$

$$38273.38 \frac{\text{m}^3}{\text{lit}} / 749.457 \text{ km}^2 = 51.07 \text{ m}^3 / \text{Km}^2 / \text{año}$$

El aporte de sedimentos del Río San Pedro es $51.07 \text{ m}^3/\text{Km}^2/\text{año}$, este resultado también se encuentra en el rango insignificante con respecto al aporte de sedimentos (Ver Anexo B.8: Simbología Aporte de Sedimentos).

5.2.2.2 Pendiente Media

La configuración topográfica de la cuenca es uno de los factores que intervienen para esta clasificación, así la pendiente media es un parámetro que da una idea del relieve. Teniendo en cuenta que con el aumento de la pendiente crece también la velocidad del agua y con ello la capacidad de erosión, es necesario, buscar un coeficiente que caracterice el relieve de la subcuenca.

El cálculo de este parámetro se realizó en el programa Arcview GIS 3.2 partiendo del modelo digital del terreno. La simbología utilizada para la caracterización del relieve se basó en el cuadro de Simbología de la Pendiente Media. (Ver Anexo B.9: Simbología de la Pendiente Media).

5.2.3 Geología

5.2.3.1 Litología

La naturaleza de la roca madre y su resistencia a la erosión constituye un elemento clave en la génesis del proceso erosivo y torrencial, la clasificación basada en la estructura litológica que se propone a continuación fue tomada de la sección de suelos del Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias de España.

En base en la información del Mapa Geológico se zonificó las distintas microcuencas tomando en cuenta la clasificación para la determinación del símbolo de la litología (Ver Anexo B.10: Disgregabilidad de las Rocas).

5.2.3.2 Erodabilidad

Es la susceptibilidad inherente del suelo a ser perdido durante el proceso de erosión (Anexo A.12: Mapa de Erodabilidad). Esta influenciada por propiedades tales como la textura, contenido de materia orgánica, estabilidad estructural, mineralogía y constituyentes químicos.

Partiendo del tipo de roca predominante en cada una de las formaciones dentro del mapa geológico procedemos a determinar su susceptibilidad. (Ver Anexo B.11: Susceptibilidad a la Erosión).

5.2.4 Vegetación

5.2.4.1 Cobertura Actual del Proceso Erosivo

Este tipo de información es muy general y subjetivo, pero nos da una idea de que porcentaje del área de la microcuenca esta siendo atacada por el fenómeno erosivo. (Anexo A.13: Mapa de Cobertura Actual del proceso Erosivo).

A pesar de que el símbolo incluido en la fórmula descriptiva nos habla del porcentaje del área de la microcuenca afectada (Ver Anexo B.12: Simbología de la Cobertura Actual del Proceso Erosivo), en lo posterior se debe desglosar los distintos tipos de erosión y sus correspondientes porcentajes como un análisis de este criterio (Anexo C: Foto 15).

Erosión Laminar.- Consiste en la remoción de capas delgadas y más o menos uniformes de suelos sobre toda un área. Este proceso es insidioso dado que la pérdida de la tierra no se advierte inmediatamente. El único indicio aparente de esta es la parte inferior de los postes y cercas, raíces de los árboles y cultivos que van quedando cada vez más al descubierto.

Erosión en surcos.- Puede producirse en terrenos escarpados o con pendientes más suaves. Como en un terreno siempre existen irregularidades, el agua encuentra depresiones donde depositarse y hendiduras por donde correr. Al ser arrastrado el suelo por estas hendiduras se forman pequeños surcos cuya presencia no siempre es evidente porque el arado lo cubre de nuevo.

Erosión en cárcavas.- En terrenos escarpados existe el a menudo el peligro de formación de cárcavas. El agua que corre por la pendiente abre una hendidura profunda en el suelo; cuando la pendiente es empinada, en el extremo inferior se forma un escalón, que gradualmente va avanzando cuesta arriba y ahonda y ensancha la cicatriz abierta por la cárcava en la ladera.

5.2.4.2 Cobertura Vegetal

Este análisis se fundamenta en el grado de protección que la cobertura vegetal da al suelo. (Anexo A.6: Mapa de Uso Actual y Cobertura Vegetal). La vegetación tiene influencia en los procesos de erosión del suelo, por lo que es necesario definir un coeficiente que dé una idea acerca del grado de protección que brinda al suelo.

Se ha asignado a cada cobertura vegetal un símbolo y un índice de protección al suelo (Ver Anexo B.13: Caracterización Cobertura Vegetal), es decir, el grado de resistencia a la erosión que ofrece el terreno según las diversas formas de vegetación que él sustenta.

Posteriormente se calcula la protección que brinda al suelo todo el conjunto de la cobertura vegetal existente. Este grado total estará dado por un valor que oscila entre 0 y 1; 0 para suelos completamente erosionados y 1 para el caso de bosques densos. Para los símbolos a utilizarse con respecto a la protección vegetal total (Ver Anexo B.14: Simbología de la Cobertura Vegetal).

En el Cuadro 5.6 se muestra en ejemplo del cálculo para la obtención del símbolo de cobertura vegetal para cada microcuenca.

Microcuenca Río Santa Clara

Cuadro 5.6 Ejemplo del cálculo para la obtención del símbolo de Cobertura Vegetal

Símbolo	Tipo de Cobertura	Área (ha)	Índice	Superficie
		(a)	Protección (b)	Reducida (a x b)
1b	Bosques claros con substrato herbáceo denso	32,98	0.80	26,38
1c	Bosques claros con substrato herbáceo degradado	238,10	0.5	119,05
2a	Matorral sin erosión del suelo	459,97	0.85	390,98
2b	Matorral degradado con erosión aparente	43,79	0.4	17,52
3a	Pastizales completos sin erosión del suelo	654,69	0.85	556,49
3b	Pastizales degradados con erosión aparente	254,05	0.4	101,62
3c	Pastizales anuales completos con indicio de erosión aparente	2324,00	0.61	1407,81
3d	Pastizales anuales degradados con erosión aparente	65,91	0.31	20,57
6	Cultivos de plantas leguminosas forrajeras	419,07	0.61	255,26
7a	Huertos sobre terrazas	182,00	0.82	148,55
7b	Huertos sin terrazas	145,37	0.55	79,94
		4819.92		3124,17

Índice de protección total: $3124.17 / 4819.92 = 0.65$

Símbolo: V₃.

Tipo de protección: Buena.

5.3 FLUJO DE INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSIÓN

Para organizar el análisis y facilitar la comprensión del proceso desarrollado y las variables utilizadas, se muestra el siguiente flujo de información cartográfica:

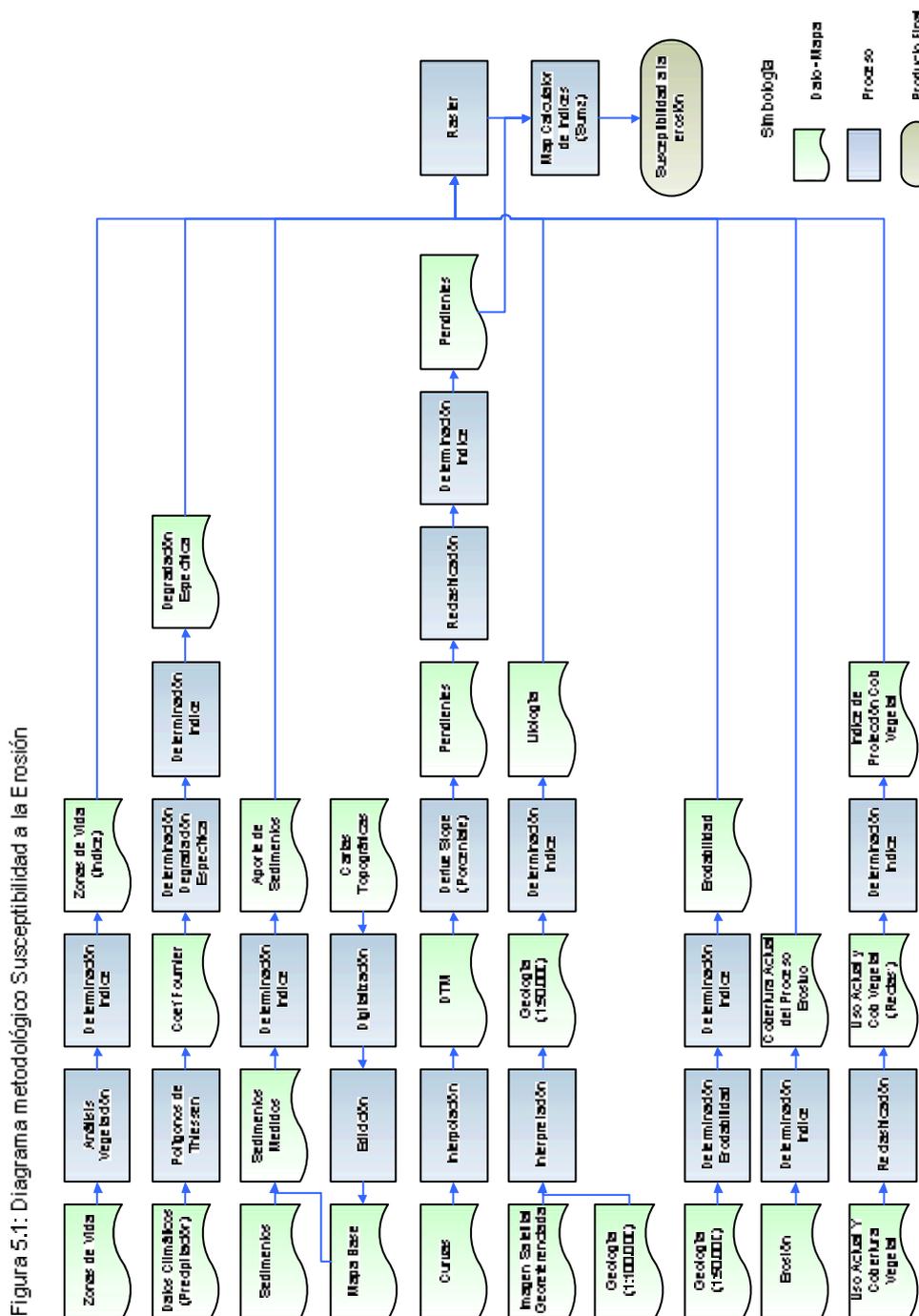


Figura 5.1: Diagrama metodológico Susceptibilidad a la Erosión

5.4 RESULTADOS DEL DIAGNOSTICO FISICO CONSERVACIONISTA

Cuadro 5.7 Resultados Del Diagnóstico Físico Conservacionista

Microcuenca	Subcuenca	Zona de Vida	Degradación	Sedimentos	Pendiente	Litología	Erodabilidad	Erosión	Cobertura	Resultados
1201037 R. Jambeli	Río San Pedro	(XIV)3	D2	d1	P1	L35	E3	e1	V3	17
1201038 Q. San Francisco	Río San Pedro	(XIV)3	D2	d1	P3	L35	E3	e2	V3	20
1201039 Q. Puchalitola	Río San Pedro	(IX)2	D2	d1	P3	L35	E3	e1	V3	18
1201040 Q. San Agustín	Río San Pedro	(IX)2	D1	d1	P3	L35	E3	e1	V2	16
1201041 Q. S.N.	Río San Pedro	(XIV)3	D1	d1	P2	L35	E3	e2	V4	19
1201042 Q. Sigsichupa	Río San Pedro	(XX)2	D1	d1	P1	L35	E3	e1	V4	16
1201043 Q. Guitig	Río San Pedro	(XX)2	D1	d1	P1	L31	E3	e2	V4	17
1201044 Q. El Timbo	Río San Pedro	(XX)2	D1	d1	P1	L35	E3	e1	V4	16
1201045 R. Pedregal	Río San Pedro	(XIV)3	D1	d1	P1	L35	E3	e1	V3	16
1201046 Q. Santiago	Río San Pedro	(XIV)3	D1	d1	P4	L35	E3	e2	V4	21
1201047 Q. Ilugshi	Río San Pedro	(XX)2	D1	d1	P1	L35	E3	e1	V3	15
1201048 Q. Sunihuaicu	Río San Pedro	(XX)2	D3	d1	P1	L35	E3	e3	V4	20
1201049 Q. Girón	Río San Pedro	(XX)2	D3	d1	P1	L35	E3	e1	V3	17
1201050 Q. Santa Ana	Río San Pedro	(XIV)3	D3	d1	P3	L35	E3	e2	V4	22
1201051 Q. Tambilloayacu	Río San Pedro	(XX)2	D3	d1	P1	L35	E3	e3	V3	19
1201052 Q. S.N.	Río San Pedro	(XX)2	D3	d1	P2	L35	E3	e3	V4	21
1201053 Q. Rigrón	Río San Pedro	(XX)2	D3	d1	P1	L35	E3	e3	V3	19
1201054 Q. Canari	Río San Pedro	(XX)2	D3	d1	P3	L35	E3	e2	V3	20
1201055 Q. Surhuaycu	Río San Pedro	(XX)2	D3	d1	P1	L35	E3	e2	V3	18
1201056 R. San Nicolás	Río San Pedro	(XX)2	D3	d1	P1	L12	E1	e2	V4	15
1201057 R. Santa Clara	Río San Pedro	(XX)2	D3	d1	P1	L12	E1	e3	V3	15
1201058 R. Capelo	Río San Pedro	(XX)2	D3	d1	P1	L35	E3	e2	V4	19
1201070 Q. Cuscungo	Río San Pedro	(XX)2	D1	d1	P1	L35	E3	e1	V4	16
1201121 Drenajes Menores	Río San Pedro	(XIV)3	D1	d1	P3	L35	E3	e2	V3	19
1201122 Drenajes Menores	Río San Pedro	(XX)2	D1	d1	P3	L35	E3	e2	V4	19
1201123 Drenajes Menores	Río San Pedro	(XX)2	D1	d1	P3	L35	E3	e2	V3	18
1201124 Drenajes Menores	Río San Pedro	(XX)2	D3	d1	P3	L35	E3	e2	V3	20
1201125 Drenajes Menores	Río San Pedro	(XX)2	D3	d1	P1	L12	E3	e2	V4	17
1201126 Drenajes Menores	Río San Pedro	(XX)2	D3	d1	P2	L35	E3	e3	V4	21
1201127 Drenajes Menores	Río San Pedro	(XX)2	D3	d1	P1	L35	E3	e3	V4	20
1201128 Drenajes Menores	Río San Pedro	(XX)2	D3	d1	P1	L35	E3	e2	V4	19
1201030 R. Pita	Río Pita	(IX)2	D1	d1	P1	L12	E1	e1	V3	11
1201031 Q. Merced	Río Pita	(IX)2	D1	d1	P3	L12	E1	e1	V3	13
1201032 Q. Victor Puñana	Río Pita	(IX)2	D1	d1	P1	L11	E3	e1	V3	13
1201033 R. Salto	Río Pita	(XIV)3	D1	d1	P1	L12	E3	e1	V3	14
1201034 Q. Suruhaicu	Río Pita	(XX)2	D1	d1	P1	L12	E1	e3	V3	13
1201035 Q. Cariacu	Río Pita	(XX)2	D1	d1	P3	L12	E1	e3	V3	15
1201036 R. Guapal	Río Pita	(IX)2	D1	d1	P1	L12	E1	e1	V3	11
1201131 Drenajes Menores	Río Pita	(XIV)3	D1	d1	P2	L12	E1	e3	V3	15
1201132 Drenajes Menores	Río Pita	(XX)2	D1	d1	P1	L12	E1	e3	V3	13
1201133 Drenajes Menores	Río Pita	(XX)2	D4	d1	P1	L35	E3	e3	V3	20

5.5 INTERPRETACIÓN DE LAS FORMULAS DESCRIPTIVAS

El proceso de análisis ha permitido llegar a establecer una expresión que sintetiza mediante una simbología adecuada el estado de conservación o deterioro en que se encuentran las distintas microcuencas, además permite determinar los principales limitantes que presentan cada una (Anexo A.14: Mapa de Susceptibilidad a la Erosión). Sin embargo, es importante la descripción de cada una de ellas de la forma más completa y resumida posible.

5.5.1 Subcuenca del Río San Pedro

Microcuenca R. Jambeli

$$E(f) = \frac{(XIV)_3, D_2, (d_1), p_1}{L_{35}, E_3, (e_1), v_3}$$

El símbolo (XIV) nos dice que estamos en la zona de vida Bosque muy húmedo Montano con una temperatura media anual entre los 7 y 12°C y una precipitación pluvial que oscila entre los 500 y 1000 mm. El subíndice 3 indica que sus características son medianamente semejantes.

La Degradación específica es D_2 , es decir, presenta una erosión potencial débil. En cuanto al aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media por su parte es suave.

En cuanto a la litología la zona está conformada por un tipo de rocas L_{35} generalmente se encuentran formando suelos moderadamente profundos a profundos de textura media a gruesa con infiltración y escurrimiento buenos. La erodabilidad, es decir la susceptibilidad de la roca a la erosión es alta por la predominante presencia de cangahua y pómez.

La cobertura del proceso erosivo es variada en la zona, empezando en los arenales de los Ilinizas hasta las zonas bajas. Aproximadamente el 20% de la zona se

encuentra afectada por algún tipo de proceso erosivo. El 17% corresponde a erosión laminar y un 2% a la erosión en surcos y un 1% corresponde a cárcavas. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es buena por estar constituida principalmente de pastizales completos sin degradación aparente, lo que se refleja en los niveles apreciados de erosión.

Microcuenca Q. San Francisco

$$E(f) = \frac{(XIV)_3, D_2, (d_1), p_3}{L_{35}, E_3, (e_2), v_3}$$

Estamos en la zona de vida Bosque muy húmedo Montano con una temperatura media anual entre los 7 y 12°C y una precipitación pluvial que oscila entre los 500 y 1000 mm. El subíndice 3 indica que sus características son medianamente semejantes.

Presenta una erosión potencial débil siendo la degradación específica D_2 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es pronunciada, entre el 25% y el 50%.

En cuanto a la litología tenemos que la zona está conformada por un tipo de rocas L_{35} generalmente se encuentran formando suelos profundos de textura moderadamente gruesa a media con infiltración moderadamente rápida y escurrimiento moderadamente bajo. La erodabilidad es alta por la predominante presencia de ceniza volcánica y pomez.

La cobertura del proceso erosivo en la zona es de aproximadamente el 40%. Este porcentaje de área se encuentra afectada por algún tipo de proceso erosivo. En este caso del 40% presente, el 35% corresponde a erosión laminar y un 5% a la erosión en surcos.

La protección que da al suelo la cobertura vegetal es buena.

Microcuenca Q. Puchalitola

$$E(f) = \frac{(IX)_2, D_2, (d_1), p_3}{L_{35}, E_3, (e_1), v_3}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque pluvial Sub - Alpino. La temperatura media anual esta entre los 3 y 6°C y la precipitación entre los 1000 y 2000 mm. Las características son semejantes.

Presenta una erosión potencial débil siendo la degradación específica D_2 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante, menor a los 100 m³/Km²/año. La pendiente media es pronunciada se encuentra entre el 25% y el 50%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{35} . Los suelos son profundos de textura moderadamente gruesa a media con infiltración moderadamente rápida y escurrimiento moderadamente bajo.

La erodabilidad es alta por la predominante presencia de ceniza volcánica y pómez. La cobertura del proceso erosivo es de aproximadamente el 20%. De esta cantidad de superficie el 19% corresponde a erosión laminar y un 1% a la erosión en surcos. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es buena.

Microcuenca Q. San Agustín

$$E(f) = \frac{(IX)_2, D_1, (d_1), p_3}{L_{35}, E_3, (e_1), v_2}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque pluvial Sub - Alpino. La temperatura media anual esta entre los 3 y 6°C y la precipitación entre los 1000 y 2000 mm. Las características son semejantes.

Presenta una erosión potencial calificada como Denudación geológica normal siendo la degradación específica D_1 . El aporte de sedimentos que se registra es

insignificante. La pendiente media es pronunciada se encuentra entre el 25% y el 50%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{35} . Este tipo de rocas generalmente tienden a originar suelos moderadamente profundos a profundos de textura moderadamente gruesa a media con infiltración moderadamente rápida y escurrimiento moderadamente bajo.

La erodabilidad es alta por la predominante presencia de ceniza volcánica y pómez. La cobertura del proceso erosivo es de aproximadamente el 20%. De esta cantidad de superficie el 19% corresponde a erosión laminar y un 1% a la erosión en surcos. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es buena.

Microcuenca Q. S.N.

$$E(f) = \frac{(XIV)_3, D_1, (d_1), p_2}{L_{35}, E_3, (e_2), v_4}$$

Estamos en la zona de vida Bosque muy húmedo Montano con una temperatura media anual entre los 7 y 12°C y una precipitación pluvial que oscila entre los 500 y 1000 mm. El subíndice 3 indica que sus características son medianamente semejantes.

Presenta una erosión potencial calificada como Denudación geológica normal siendo la degradación específica D_1 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es moderada se encuentra entre el 12% y el 25%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{35} . Los suelos son profundos de textura moderadamente gruesa a media con infiltración moderadamente rápida y escurrimiento moderadamente bajo. La erodabilidad es alta por la predominante presencia de ceniza volcánica y pomez.

La cobertura del proceso erosivo es de aproximadamente el 40%. De esta cantidad de superficie el 35% corresponde a erosión laminar y un 5% a la erosión en surcos. El índice de protección que da al suelo la cobertura vegetal es medio.

Microcuenca Q. Sigsichupa

$$E(f) = \frac{(XX)_2, D_1, (d_1), p_1}{L_{35}, E_3, (e_1), v_4}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque húmedo Montano Bajo, en donde la temperatura media anual esta entre los 12 y 18°C y la precipitación entre los 1000 y 2000 mm. Las características de esta zona de vida se podrían calificar como semejantes.

Presenta una erosión potencial calificada como Denudación geológica normal siendo la degradación específica D_1 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es suave, va desde el 0% al 12%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{35} . Los suelos son profundos de textura media a gruesa con infiltración moderadamente rápida y escurrimiento moderadamente bajo. La erodabilidad es alta, es decir es altamente susceptible a la erosión por la predominante presencia de ceniza volcánica y pómez. La cobertura del proceso erosivo se encuentra aproximadamente entre el 1% y 20%. De este rango el 90% corresponde a erosión laminar y un 9% a la erosión en surcos y 1% en cárcavas. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es media.

Microcuenca Q. Guitig

$$E(f) = \frac{(XX)_2, D_1, (d_1), p_1}{L_{31}, E_3, (e_2), v_4}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque húmedo Montano Bajo, en donde la temperatura media anual esta entre los 12 y 18°C y la precipitación entre los 1000

y 2000 mm. Las características de esta zona de vida se podrían calificar como semejantes.

La erosión potencial se presenta como una denudación geológica normal siendo la degradación específica D_1 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es suave es menor al 12%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{31} . Los suelos son profundos de textura media a gruesa con infiltración moderadamente rápida y escurrimiento moderadamente bajo. La erodabilidad es alta.

El proceso erosivo afecta aproximadamente al 30% del área. El 25% del mismo corresponde a erosión laminar y un 5% a la erosión en surcos. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es media.

Microcuenca Q. Timbo

$$E(f) = \frac{(XX)_2, D_1, (d_1), p_1}{L_{35}, E_3, (e_1), v_4}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque húmedo Montano Bajo, en donde la temperatura media anual esta entre los 12 y 18°C y la precipitación entre los 1000 y 2000 mm. Las características de esta zona de vida se podrían calificar como semejantes.

Presenta una erosión potencial comprendida como Denudación geológica normal siendo la degradación específica D_1 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es suave, menor al 12%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{35} . Los suelos son profundos de textura gruesa a media con infiltración moderadamente rápida y escurrimiento superficial moderado. La erodabilidad es alta por la predominante presencia de ceniza volcánica y pómez.

La cobertura del proceso erosivo es de aproximadamente el 20%. De esta cantidad de superficie el 16% corresponde a erosión laminar y un 4% a la erosión en surcos. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es media.

Microcuenca Q. Pedregal

$$E(f) = \frac{(XIV)_3, D_1, (d_1), p_1}{L_{35}, E_3, (e_1), v_3}$$

Estamos en la zona de vida Bosque muy húmedo Montano con una temperatura media anual entre los 7 y 12°C y una precipitación pluvial que oscila entre los 500 y 1000 mm. El subíndice 3 indica que sus características son medianamente semejantes.

Presenta una erosión potencial comprendida como Denudación geológica normal siendo la degradación específica D_1 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante.

La pendiente media es suave, menor al 12%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{35} . Los suelos son moderadamente profundos a profundos de textura moderadamente gruesa a media con infiltración moderadamente rápida y escurrimiento superficial moderadamente bajo. La erodabilidad es alta por la predominante presencia de ceniza volcánica y pómez.

La cobertura del proceso erosivo es de aproximadamente el 20%. De esta cantidad de superficie el 16% corresponde a erosión laminar y un 4% a la erosión en surcos.

La protección que da al suelo la cobertura vegetal es buena.

Microcuenca Q. Santiago

$$E(f) = \frac{(XIV)_3, D_1, (d_1), p_4}{L_{35}, E_3, (e_2), v_4}$$

Estamos en la zona de vida Bosque muy húmedo Montano con una temperatura media anual entre los 7 y 12°C y una precipitación pluvial que oscila entre los 500 y 1000 mm. El subíndice 3 indica que sus características son medianamente semejantes.

Presenta una erosión potencial calificada como Denudación geológica normal siendo la degradación específica D_1 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es muy pronunciada se encuentra entre el 50% y el 75%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{35} . Los suelos son profundos de textura moderadamente gruesa a mediana con infiltración moderadamente rápida y escurrimiento moderadamente bajo. La erodabilidad es alta por la predominante presencia de ceniza volcánica y pomez.

El porcentaje de superficie afectado por la erosión va del 21% al 40%. De esta cantidad de superficie el 35% corresponde a erosión laminar y un 5% a la erosión en surcos. El índice de protección que brinda la cobertura vegetal al suelo es medio.

Microcuenca Q. Ilugshi

$$E(f) = \frac{(XX)_2, D_1, (d_1), p_1}{L_{35}, E_3, (e_1), v_3}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque húmedo Montano Bajo, en donde la temperatura media anual esta entre los 12 y 18°C y la precipitación entre los 1000 y 2000 mm. Las características de esta zona de vida se podrían calificar como semejantes.

Presenta una erosión potencial calificada como Denudación geológica normal siendo la degradación específica D_1 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es suave menor al 12%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{35} . Los suelos son moderadamente profundos y profundos, de textura moderadamente gruesa a media con infiltración y escurrimiento moderados. La erodabilidad es alta por la predominante presencia de ceniza volcánica y pómez.

La cobertura del proceso erosivo es de aproximadamente el 20%. De esta cantidad de superficie el 16% corresponde a erosión laminar y un 4% a la erosión en surcos. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es media.

Microcuenca Q. Sunihuaicu

$$E(f) = \frac{(XX)_2, D_3, (d_1), p_1}{L_{35}, E_3, (e_3), v_4}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque húmedo Montano Bajo, en donde la temperatura media anual esta entre los 12 y 18°C y la precipitación entre los 1000 y 2000 mm. Las características de esta zona de vida se podrían calificar como semejantes.

Presenta una erosión potencial calificada como media siendo la degradación específica D_3 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es suave se encuentra entre el 0% y el 12%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{35} . Los suelos son profundos de textura moderadamente gruesa a media con infiltración moderadamente rápida y escurrimiento moderadamente bajo. La erodabilidad es alta por la predominante presencia de ceniza volcánica y pómez. La cobertura del proceso erosivo va desde

el 41% al 60%. De esta cantidad de superficie el 90% corresponde a erosión laminar y un 10% a la erosión en surcos. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es buena.

Microcuenca Q. Girón

$$E(f) = \frac{(XX)_2, D_3, (d_1), p_1}{L_{35}, E_3, (e_1), v_3}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque húmedo Montano Bajo, en donde la temperatura media anual esta entre los 12 y 18°C y la precipitación entre los 1000 y 2000 mm. Las características de esta zona de vida se podrían calificar como semejantes.

Presenta una erosión potencial calificada como media siendo la degradación específica D_3 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es suave es decir menor al 12%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{35} . Los suelos son moderadamente profundos de textura moderadamente gruesa a media con infiltración moderadamente rápida y escurrimiento moderadamente bajo. La erodabilidad es alta por la predominante presencia de ceniza volcánica y pómez. La cobertura del proceso erosivo es de aproximadamente el 20%. De esta cantidad de superficie el 15% corresponde a erosión laminar y un 5% a la erosión en surcos. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es buena.

Microcuenca Santa Ana

$$E(f) = \frac{(XIV)_3, D_3, (d_1), p_3}{L_{35}, E_3, (e_2), v_4}$$

Estamos en la zona de vida Bosque muy húmedo Montano con una temperatura media anual entre los 7 y 12°C y una precipitación pluvial que oscila entre los 500 y

1000 mm. El subíndice 3 indica que sus características son medianamente semejantes.

Presenta una erosión potencial calificada como media siendo la degradación específica D_3 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es pronunciada se encuentra entre el 25% y el 50%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{35} . Los suelos son profundos de textura moderadamente gruesa a media con infiltración moderadamente rápida y escurrimiento moderadamente bajo. La erodabilidad es alta por la predominante presencia de ceniza y pómez.

La cobertura del proceso erosivo es de aproximadamente el 25% de área en esta subcuenca. De esta cantidad de superficie el 100% corresponde a erosión laminar. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es media.

Microcuenca Tambilloyacú

$$E(f) = \frac{(XX)_2, D_3, (d_1), p_1}{L_{35}, E_3, (e_3), v_3}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque húmedo Montano Bajo, en donde la temperatura media anual esta entre los 12 y 18°C y la precipitación entre los 1000 y 2000 mm. Las características de esta zona de vida se podrían calificar como semejantes.

Presenta una erosión potencial media siendo la degradación específica D_3 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es suave se encuentra entre el 0% y el 12%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{35} . Los suelos son profundos de textura moderadamente gruesa a media con infiltración moderadamente rápida y

escurrimiento moderadamente bajo. La erodabilidad es alta por la predominante presencia de ceniza volcánica y pómez.

La cobertura del proceso erosivo va desde el 41% al 60%. De esta cantidad de superficie el 100% corresponde a erosión laminar. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es buena.

Microcuenca Q.SN.

$$E(f) = \frac{(XX)_2, D_3, (d_1), p_2}{L_{35}, E_3, (e_3), v_4}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque húmedo Montano Bajo, en donde la temperatura media anual esta entre los 12 y 18°C y la precipitación entre los 1000 y 2000 mm. Las características de esta zona de vida se podrían calificar como semejantes.

Presenta una erosión potencial calificada como media siendo la degradación específica D_3 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es moderada se encuentra entre el 15% y el 25%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{35} . Los suelos son profundos de textura moderadamente gruesa a media con infiltración moderadamente rápida y escurrimiento moderadamente bajo.

La erodabilidad es alta por la predominante presencia de ceniza volcánica y pómez.

La cobertura del proceso erosivo va desde el 41% al 60%. De esta cantidad de superficie el 100% corresponde a erosión laminar.

La protección que da al suelo la cobertura vegetal es media.

Microcuenca Q. Pugarón

$$E(f) = \frac{(XX)_2, D_3, (d_1), p_1}{L_{35}, E_3, (e_3), v_3}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque húmedo Montano Bajo, en donde la temperatura media anual esta entre los 12 y 18°C y la precipitación entre los 1000 y 2000 mm. Las características de esta zona de vida son semejantes.

Presenta una erosión potencial calificada media siendo la degradación específica D_3 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es suave es decir menor al 12%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{35} . Los suelos son profundos de textura fina a medianamente gruesa con infiltración y escurrimiento moderados. La erodabilidad es alta por la predominante presencia de ceniza y pómez.

La cobertura del proceso erosivo es de aproximadamente el 40%. De esta cantidad de superficie el 100% corresponde a erosión laminar. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es buena.

Microcuenca Q. Canari

$$E(f) = \frac{(XX)_2, D_3, (d_1), p_3}{L_{35}, E_3, (e_2), v_3}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque húmedo Montano Bajo, en donde la temperatura media anual esta entre los 12 y 18°C y la precipitación entre los 1000 y 2000 mm. Las características de esta zona de vida se podrían calificar como semejantes.

Presenta una erosión potencial calificada media como siendo la degradación específica D_3 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es pronunciada se encuentra entre el 25% y el 50%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{35} . Los suelos son profundos de textura moderadamente gruesa con infiltración moderadamente rápida y escurrimiento bajo. La erodabilidad es alta por la predominante presencia de ceniza volcánica y pómez.

La cobertura del proceso erosivo va desde el 21% al 40%. De esta cantidad de superficie el 95% corresponde a erosión laminar 5% a la erosión en surcos. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es buena.

Microcuenca Q. Suruhuaycu

$$E(f) = \frac{(XX)_2, D_3, (d_1), p_1}{L_{35}, E_3, (e_2), v_3}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque húmedo Montano Bajo, en donde la temperatura media anual esta entre los 12 y 18°C y la precipitación entre los 1000 y 2000 mm. Las características de esta zona de vida se podrían calificar como semejantes.

Presenta una erosión potencial calificada como media siendo la degradación específica D_3 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es suave es decir menor el 12%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{35} . Los suelos son profundos de textura moderadamente gruesa con infiltración moderadamente rápida y escurrimiento bajo. La erodabilidad es alta por la predominante presencia de ceniza volcánica y pómez.

La cobertura del proceso erosivo es de aproximadamente el 30%. De esta cantidad de superficie el 100% corresponde a erosión laminar. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es buena.

Microcuenca R. San Nicolás

$$E(f) = \frac{(XX)_2, D_3, (d_1), p_1}{L_{12}, E_1, (e_2), v_4}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque húmedo Montano Bajo, en donde la temperatura media anual esta entre los 12 y 18°C y la precipitación entre los 1000 y 2000 mm. Las características de esta zona de vida se podrían calificar como semejantes.

Presenta una erosión potencial calificada media como siendo la degradación específica D_3 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es suave se encuentra entre el 0% y el 12%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{12} . Los suelos son profundos de textura moderadamente gruesa a fina con infiltración moderadamente baja y escurrimiento superficial rápido. La erodabilidad es baja por la predominante presencia de andesita piroxénica y basalto. La cobertura del proceso erosivo es de aproximadamente el 40%. De esta cantidad de superficie el 100% corresponde a erosión laminar. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es media.

Microcuenca R. Santa Clara

$$E(f) = \frac{(XX)_2, D_3, (d_1), p_1}{L_{12}, E_1, (e_3), v_3}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque húmedo Montano Bajo, en donde la temperatura media anual esta entre los 12 y 18°C y la precipitación entre los 1000

y 2000 mm. Las características de esta zona de vida se podrían calificar como semejantes.

Presenta una erosión potencial calificada como media siendo la degradación específica D_3 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es suave se es decir es menor al 12%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{12} . Los suelos son profundos de textura moderadamente gruesa a fina con infiltración moderadamente baja y escurrimiento superficial rápido. La erodabilidad es baja por la predominante presencia de andesita piroxénica y basalto.

La cobertura del proceso erosivo va desde el 40%. De esta cantidad de superficie el 95% corresponde a erosión laminar y un 5% a la erosión en surcos. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es buena.

Microcuenca R. Capelo

$$E(f) = \frac{(XX)_2, D_3, (d_1), P_1}{L_{35}, E_3, (e_2), v_4}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque húmedo Montano Bajo, en donde la temperatura media anual esta entre los 12 y 18°C y la precipitación entre los 1000 y 2000 mm. Las características de esta zona de vida se podrían calificar como semejantes.

Presenta una erosión potencial calificada como media siendo la degradación específica D_3 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es suave se encuentra entre el 0% y el 12%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{35} . Los suelos son profundos de textura moderadamente gruesa con infiltración moderadamente rápida y

escurrimiento bajo. La erodabilidad es alta por la predominante presencia de ceniza volcánica y pómez.

La cobertura del proceso erosivo es de aproximadamente el 40%. De esta cantidad de superficie el 100% corresponde a erosión laminar. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es media.

Microcuenca Q. Cuscungo

$$E(f) = \frac{(XX)_2, D_1, (d_1), p_1}{L_{35}, E_3, (e_1), v_4}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque húmedo Montano Bajo, en donde la temperatura media anual esta entre los 12 y 18°C y la precipitación entre los 1000 y 2000 mm. Las características de esta zona de vida se podrían calificar como semejantes.

Presenta una erosión potencial calificada como Denudación geológica normal siendo la degradación específica D_1 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es suave se encuentra entre el 0% y el 12%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{35} . Los suelos son profundos y moderadamente profundos de textura media a moderadamente gruesa con infiltración y escurrimiento moderados.

La erodabilidad es alta por la predominante presencia de ceniza y pómez.

La cobertura del proceso erosivo es de aproximadamente el 20%. De esta cantidad de superficie el 15% corresponde a erosión laminar y un 5% a la erosión en surcos.

La protección que da al suelo la cobertura vegetal es media.

Microcuenca Drenaje Menor 121

$$E(f) = \frac{(XIV)_3, D_1, (d_1), p_3}{L_{35}, E_3, (e_2), v_3}$$

Estamos en la zona de vida Bosque muy húmedo Montano con una temperatura media anual entre los 7 y 12°C y una precipitación pluvial que oscila entre los 500 y 1000 mm. El subíndice 3 indica que sus características son medianamente semejantes.

Presenta una erosión potencial calificada como Denudación geológica normal siendo la degradación específica D_1 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es pronunciada se encuentra entre el 25% y el 50%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{35} . Este tipo de rocas generalmente tienden a originar suelos profundos de textura moderadamente gruesa a media con infiltración moderadamente rápida y escurrimiento moderadamente bajo. La erodabilidad es alta por la predominante presencia de ceniza volcánica y pómez.

La cobertura del proceso erosivo es de aproximadamente el 20%. De esta cantidad de superficie el 100% corresponde a erosión laminar. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es buena.

Microcuenca Drenaje Menor 122

$$E(f) = \frac{(XX)_2, D_1, (d_1), p_3}{L_{35}, E_3, (e_2), v_4}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque húmedo Montano Bajo, en donde la temperatura media anual esta entre los 12 y 18°C y la precipitación entre los 1000 y 2000 mm. Las características de esta zona de vida son semejantes.

Presenta una erosión potencial calificada como Denudación geológica normal siendo la degradación específica D_1 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es pronunciada se encuentra entre el 25% y el 50%.

Esta conformada por un tipo de rocas L_{35} . Forman generalmente suelos profundos de textura moderadamente gruesa a media con infiltración moderadamente rápida y escurrimiento moderadamente bajo. La erodabilidad es alta por la predominante presencia de ceniza y pómez.

La cobertura del proceso erosivo es de aproximadamente el 25%. De esta cantidad de superficie el 100% corresponde a erosión laminar. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es media.

Microcuenca Drenaje Menor 123

$$E(f) = \frac{(XX)_2, D_1, (d_1), p_3}{L_{35}, E_3, (e_2), v_3}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque húmedo Montano Bajo, en donde la temperatura media anual esta entre los 12 y 18°C y la precipitación entre los 1000 y 2000 mm. Las características de esta zona de vida son semejantes.

Presenta una erosión potencial calificada como Denudación geológica normal siendo la degradación específica D_1 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. . La pendiente media es pronunciada se encuentra entre el 25% y el 50%.

Esta conformada por un tipo de rocas L_{35} . Forman generalmente suelos moderadamente profundos de textura moderadamente gruesa con infiltración moderadamente rápida y escurrimiento moderadamente bajo. La erodabilidad es alta por la predominante presencia de ceniza y pómez.

La cobertura del proceso erosivo es aproximadamente el 25%. De esta cantidad de superficie el 100% corresponde a erosión laminar. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es buena.

Microcuenca Drenaje Menor 124

$$E(f) = \frac{(XX)_2, D_3, (d_1), p_3}{L_{35}, E_3, (e_2), v_3}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque húmedo Montano Bajo, en donde la temperatura media anual esta entre los 12 y 18°C y la precipitación entre los 1000 y 2000 mm. Las características de esta zona de vida son semejantes.

Presenta una erosión potencial media siendo la degradación específica D_3 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es pronunciada se encuentra entre el 25% y el 50%.

Esta conformada por un tipo de rocas L_{35} . Forman generalmente suelos profundos de textura moderadamente gruesa con infiltración moderadamente rápida y escurrimiento moderadamente bajo. La erodabilidad es alta por la predominante presencia de ceniza y pómez. La cobertura del proceso erosivo es de aproximadamente el 25%. Esta cantidad corresponde a erosión laminar. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es buena.

Microcuenca Drenaje Menor 125

$$E(f) = \frac{(XX)_2, D_3, (d_1), p_1}{L_{12}, E_3, (e_2), v_4}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque húmedo Montano Bajo, en donde la temperatura media anual esta entre los 12 y 18°C y la precipitación entre los 1000 y 2000 mm. Las características de esta zona de vida son semejantes.

Presenta una erosión potencial media o degradación específica D_3 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es suave, es menor al 12%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{12} . Los suelos son profundos de textura moderadamente gruesa a fina con infiltración moderadamente baja y escurrimiento superficial rápido. La erodabilidad es alta por la predominante presencia de ceniza volcánica y pómez. La cobertura del proceso erosivo es de aproximadamente el 30%. Superficie afectada por erosión laminar. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es media.

Microcuenca Drenaje Menor 126

$$E(f) = \frac{(XX)_2, D_3, (d_1), p_2}{L_{35}, E_3, (e_3), v_4}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque húmedo Montano Bajo, en donde la temperatura media anual esta entre los 12 y 18°C y la precipitación entre los 1000 y 2000 mm. Las características de esta zona de vida son semejantes.

Presenta una erosión potencial media o degradación específica D_3 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media moderada, es menor al 25%.

Esta conformada por un tipo de rocas L_{35} . Forman generalmente suelos profundos de textura moderadamente gruesa con infiltración y escurrimiento moderados. La erodabilidad es alta por la predominante presencia de ceniza y pómez.

La cobertura del proceso erosivo es de aproximadamente el 45%. Cantidad atribuida a la erosión laminar.

La protección que da al suelo la cobertura vegetal es media.

Microcuenca Drenaje Menor 127

$$E(f) = \frac{(XX)_2, D_3, (d_1), p_1}{L_{35}, E_3, (e_3), v_4}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque húmedo Montano Bajo, en donde la temperatura media anual esta entre los 12 y 18°C y la precipitación entre los 1000 y 2000 mm. Las características de esta zona de vida son semejantes.

Presenta una erosión potencial media o degradación específica D_3 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es suave, es menor al 12%.

Esta conformada por un tipo de rocas L_{35} . Forman generalmente suelos profundos de textura moderadamente gruesa con infiltración y escurrimiento moderados. La erodabilidad es alta por la predominante presencia de ceniza y pómez.

La cobertura del proceso erosivo es de aproximadamente el 45%. Cantidad atribuida a la erosión laminar. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es media.

Microcuenca Drenaje Menor 128

$$E(f) = \frac{(XX)_2, D_3, (d_1), p_1}{L_{35}, E_3, (e_2), v_4}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque húmedo Montano Bajo, en donde la temperatura media anual esta entre los 12 y 18°C y la precipitación entre los 1000 y 2000 mm. Las características de esta zona de vida son semejantes.

Presenta una erosión potencial media o degradación específica D_3 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es suave, es menor al 12%.

Esta conformada por un tipo de rocas L_{35} . Forman generalmente suelos profundos de textura moderadamente gruesa con infiltración y escurrimiento moderados. La erodabilidad es alta por la predominante presencia de ceniza y pómez.

La cobertura del proceso erosivo es de aproximadamente el 25%. Cantidad atribuida a la erosión laminar. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es media.

5.5.2 Subcuenca del Río Pita

Microcuenca R. Pita

$$E(f) = \frac{(IX)_2, D_1, (d_1), p_1}{L_{12}, E_1, (e_1), v_3}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque pluvial subalpino, en donde la temperatura media anual esta entre 3°C y 6°C y la precipitación entre los 1000 y 2000 mm. Las características de esta zona de vida se podrían calificar como semejantes.

Presenta una erosión potencial calificada como Denudación geológica normal siendo la degradación específica D_1 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es suave se encuentra entre el 0% y el 12%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{12} . Los suelos son mayormente profundos de textura moderadamente gruesa a media con infiltración moderadamente rápida y escurrimiento moderadamente bajo. La erodabilidad es baja por la predominante presencia de Andesita y Dasitas.

La cobertura del proceso erosivo es de aproximadamente el 20%. De esta cantidad de superficie el 18% corresponde a erosión laminar y un 2% a la erosión en surcos. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es buena.

Microcuenca Q. Merced

$$E(f) = \frac{(IX)_2, D_1, (d_1), P_3}{L_{12}, E_1, (e_1), v_3}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque pluvial subalpino, en donde la temperatura media anual esta entre 3°C y 6°C y la precipitación entre los 1000 y 2000 mm. Las características de esta zona de vida se podrían calificar como semejantes.

Presenta una erosión potencial calificada como Denudación geológica normal siendo la degradación específica D_1 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es pronunciada se encuentra entre el 25% y el 50%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{12} . Los suelos son mayormente profundos de textura moderadamente gruesa con infiltración y escurrimiento moderados. La erodabilidad es baja por la predominante presencia de Andesita y Dasitas.

La cobertura del proceso erosivo es de aproximadamente el 20%. De esta cantidad de superficie el 100% corresponde a erosión laminar. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es buena.

Microcuenca Q. Victor Puñana

$$E(f) = \frac{(IX)_2, D_1, (d_1), p_1}{L_{11}, E_3, (e_1), v_3}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque pluvial subalpino, en donde la temperatura media anual esta entre 3°C y 6°C y la precipitación entre los 1000 y 2000 mm. Las características de esta zona de vida se podrían calificar como semejantes.

Presenta una erosión potencial calificada como Denudación geológica normal siendo la degradación específica D_1 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es suave se encuentra entre el 0% y el 12%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{11} . Los suelos son profundos de textura gruesa a media infiltración y escurrimiento moderados. La erodabilidad es alta por la predominante presencia de Brechas, tobas, conglomerados y pómez.

La cobertura del proceso erosivo es de aproximadamente el 20%. De esta cantidad de superficie el 18% corresponde a erosión laminar y un 2% a la erosión en surcos. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es buena.

Microcuenca R. Salto

$$E(f) = \frac{(XIV)_3, D_1, (d_1), p_1}{L_{12}, E_3, (e_1), v_3}$$

Estamos en la zona de vida Bosque muy húmedo Montano con una temperatura media anual entre los 7 y 12°C y una precipitación pluvial que oscila entre los 500 y 1000 mm. El subíndice 3 indica que sus características son medianamente semejantes.

Presenta una erosión potencial calificada como Denudación geológica normal siendo la degradación específica D_1 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es suave se encuentra entre el 0% y el 12%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{12} . Los suelos son profundos de textura media a gruesa con infiltración moderada y escurrimiento moderados. La erodabilidad es alta por la presencia de brechas, tobas, conglomerados, ceniza volcánica y pómez.

La cobertura del proceso erosivo es de aproximadamente el 20%. De esta cantidad de superficie el 18% corresponde a erosión laminar y un 2% a la erosión en surcos. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es buena.

Microcuenca Q. Suruhuaicu

$$E(f) = \frac{(XX)_2, D_1, (d_1), p_1}{L_{12}, E_1, (e_3), v_3}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque húmedo Montano Bajo, en donde la temperatura media anual esta entre los 12 y 18°C y la precipitación entre los 1000 y 2000 mm. Las características de esta zona de vida se podrían calificar como semejantes.

Presenta una erosión potencial calificada como Denudación geológica normal siendo la degradación específica D_1 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es suave se encuentra entre el 0% y el 12%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{12} . Los suelos son profundos de textura media a gruesa con infiltración moderadamente alta y escurrimiento moderado. La erodabilidad es baja.

La cobertura del proceso erosivo es de aproximadamente el 20%. De esta cantidad de superficie el 18% corresponde a erosión laminar y un 2% a la erosión en surcos. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es buena aunque escasa.

Microcuenca Q. Cariacu

$$E(f) = \frac{(XX)_2, D_1, (d_1), p_3}{L_{12}, E_1, (e_3), v_3}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque húmedo Montano Bajo, en donde la temperatura media anual esta entre los 12 y 18°C y la precipitación entre los 1000

y 2000 mm. Las características de esta zona de vida se podrían calificar como semejantes.

Presenta una erosión potencial calificada como Denudación geológica normal siendo la degradación específica D_1 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es pronunciada se encuentra entre el 25% y el 50%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{12} . Los suelos son profundos de textura moderadamente gruesa a media con infiltración moderada y escurrimiento moderadamente bajo. La erodabilidad es baja por la predominante presencia de Andesita y Dasitas.

La cobertura del proceso erosivo es de aproximadamente el 20%. De esta cantidad de superficie el 18% corresponde a erosión laminar y un 2% a la erosión en surcos. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es buena.

Microcuenca R. Guapal

$$E(f) = \frac{(IX)_2, D_1, (d_1), p_1}{L_{12}, E_1, (e_1), v_3}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque pluvial subalpino, en donde la temperatura media anual esta entre 3°C y 6°C y la precipitación entre los 1000 y 2000 mm. Las características de esta zona de vida se podrían calificar como semejantes.

Presenta una erosión potencial calificada como Denudación geológica normal siendo la degradación específica D_1 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es suave se encuentra entre el 0% y el 12%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{12} . Los suelos son profundos de textura moderadamente gruesa a media con infiltración moderada y escurrimiento moderadamente bajo.

La erodabilidad es baja por la predominante presencia de Andesita, Basalto y Dasitas.

La cobertura del proceso erosivo es de aproximadamente el 20%. De esta cantidad de superficie el 18% corresponde a erosión laminar y un 2% a la erosión en surcos. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es buena.

Microcuenca Drenaje Menor 131

$$E(f) = \frac{(XIV)_3, D_1, (d_1), p_2}{L_{12}, E_1, (e_3), v_3}$$

Estamos en la zona de vida Bosque muy húmedo Montano con una temperatura media anual entre los 7 y 12°C y una precipitación pluvial que oscila entre los 500 y 1000 mm. El subíndice 3 indica que sus características son medianamente semejantes.

Presenta una erosión potencial calificada como Denudación geológica normal siendo la degradación específica D_1 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente moderada es suave se encuentra entre el 12% y el 25%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{12} . Los suelos son profundos de textura moderadamente gruesa a media con infiltración moderadamente rápida y escurrimiento moderadamente bajo. La erodabilidad es baja por la predominante presencia de Andesita piroxénicas y Dasitas.

La cobertura del proceso erosivo es de aproximadamente el 45%. De esta cantidad de superficie el 100% corresponde a erosión laminar.

La protección que da al suelo la cobertura vegetal es buena.

Microcuenca Drenaje Menor 132

$$E(f) = \frac{(XX)_2, D_1, (d_1), p_1}{L_{12}, E_1, (e_3), v_3}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque húmedo Montano Bajo, en donde la temperatura media anual esta entre los 12 y 18°C y la precipitación entre los 1000 y 2000 mm. Las características de esta zona de vida son semejantes.

Presenta una erosión potencial calificada como Denudación geológica normal siendo la degradación específica D_1 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es suave se encuentra entre el 0% y el 12%.

La zona está conformada por un tipo de rocas L_{12} . Los suelos son profundos de textura moderadamente gruesa a media con infiltración moderadamente rápida y escurrimiento moderadamente bajo. La erodabilidad es baja por la predominante presencia de Andesita piroxénicas y Dasitas.

La cobertura del proceso erosivo es de aproximadamente el 45%. De esta cantidad de superficie el 100% corresponde a erosión laminar. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es buena.

Microcuenca Drenaje Menor 133

$$E(f) = \frac{(XX)_2, D_4, (d_1), p_1}{L_{35}, E_3, (e_3), v_3}$$

Se encuentra en la zona de vida Bosque húmedo Montano Bajo, en donde la temperatura media anual esta entre los 12 y 18°C y la precipitación entre los 1000 y 2000 mm. Las características de esta zona de vida son semejantes.

Presenta una erosión potencial fuerte o degradación específica D_4 . El aporte de sedimentos que se registra es insignificante. La pendiente media es suave, es menor al 12%.

Esta conformada por un tipo de rocas L_{35} . Forman generalmente suelos profundos de textura moderadamente gruesa con infiltración y escurrimiento moderados. La erodabilidad es alta por la predominante presencia de ceniza y pómez. La cobertura del proceso erosivo es de aproximadamente el 45%. Cantidad atribuida a la erosión laminar. La protección que da al suelo la cobertura vegetal es buena.

5.6 DETERMINACIÓN DE PRIORIDADES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el Diagnostico Físico Conservacionista, se propone como estrategia el tratamiento de las cuencas que poseen menor susceptibilidad a la erosión no sin antes determinar una ordenada ocupación del territorio y el uso sostenible de los recursos naturales que permitan la recuperación de los capitales invertidos en un corto lapso de tiempo.

Cuadro 5.8 Tabla de Prioridad de Manejo de acuerdo a la Fórmula Descriptiva

Unidades de Riego	Valor Crítico Erosión (%)	Prioridad de Manejo	Unidades de Riego	Valor Crítico Erosión (%)	Prioridad de Manejo
8	0	Alta	25	53.1	Media
9	3.2		26	56.3	
10	6.3		27	59.4	
11	9.4	Alta	28	62.5	Baja
12	12.5		29	65.6	
13	15.6		30	68.6	
14	18.8		31	71.9	
15	21.9		32	75.0	
16	25.0		33	78.1	
17	28.2	Media	34	81.2	Baja
18	31.3		35	84.4	
19	34.4		36	87.5	
20	37.5		37	90.6	
21	40.6	Media	38	93.6	Baja
22	43.8		39	96.9	
23	46.9	Media	40	100.0	Baja
24	50.0				

Valores Presentes en el Área de Estudio

CAPITULO 6

6. ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA SOCIOECONÓMICA (ZEE)

6.1 ASPECTOS GENERALES

Uno de los pasos previos para elaborar un plan de uso racional y óptimo de los recursos naturales y para una ocupación integral y ordenada del territorio, es el análisis de la distribución espacial de los procesos naturales y las actividades desarrolladas por el hombre.

El propósito de zonificar, es determinar áreas homogéneas para el desarrollo. Cada zona tiene una combinación similar de limitaciones y potencialidades para el uso de tierras, y sirve como punto de referencia para el diseño de recomendaciones para mejorar la situación actual de uso de tierras, ya sea incrementando la producción o limitando la degradación de los recursos.

6.2 CARTOGRAFIA DE SINTESIS

6.2.1 Capacidad De Uso De La Tierra

Representa la zonificación de los espacios geográficos, en función de la información geomorfológica, características físicas y químicas del suelo y datos climáticos; se determinan unidades según la capacidad de las tierras, con sus respectivas limitaciones. (Anexo A.16: Mapa de Capacidad de Uso de la Tierra). Los niveles de clasificación utilizados para definir la clasificación: CULTIVOS, PASTOS, BOSQUE,

VIDA SILVESTRE Y ZONAS DE RECREACIÓN (Anexo C: Foto 16).

6.2.1.1 Metodología

La capacidad de uso de la tierra se determinó utilizando la metodología del Manual de Campo de la FAO para el manejo de Cuenca Hidrográficas, que es un "Sistema orientado al tratamiento" del suelo, seleccionando un uso en particular o diseño de sistemas de manejo. Así también, la nomenclatura de la "Land Capability", del Servicio de Conservación de suelos del Departamento de Agricultura de EE.UU (U.S.D.A).

Se realiza un análisis individualizado para cada una de las unidades del mapa de suelos, se clasifican las tierras en base a las limitaciones permanentes como la pendiente y la profundidad del suelo, así también en base a otros parámetros como la pedregosidad, drenaje, fertilidad y textura considerados como limitantes. De esta manera se determina la capacidad para cada unidad de suelo. La simbología y los parámetros comparativos utilizados son:

PENDIENTE.- Es la resultante de dividir la diferencia de nivel entre dos puntos (alto y bajo) por las distancias horizontales entre ellos, expresado en porcentaje.

Cuadro 6.1 Rangos de Pendientes

1	0 - 5 %
2	5 - 12 %
3	12 - 25 %
4	25 - 50 %
5	50 - 70 %
6	> 70 %

PROFUNDIDAD: En el sentido de profundidad efectiva del suelo, se refiere a las capas y/o horizontes del suelo hasta donde las raíces de las plantas pueden penetrar sin ningún impedimento o limitación.

Cuadro 6.2 Rangos de Profundidad

1	S	Superficial	0 - 20 cm
2	Pp	Poco Profundo	20 - 50 cm
3	M	Moderado	50- 100 cm
4	P	Profundo	> 100 cm

PEDREGOSIDAD: Constituye el contenido de piedras y rocas que interfieren en las labores de labranza, crecimiento de raíces y el movimiento de agua.

Cuadro 6.3 Rangos de Pedregosidad

1	s	Sin piedras	< 10 %
2	p	Pocas	10 - 25 %
3	fr	Frecuentes	25 - 50 %
4	a	Abundantes	50 - 75 %
5	r	Pedregoso o Rocoso	> 75 %

DRENAJE: Es la rapidez con que el agua se desplaza, ya sea por escurrimiento superficial o por movimientos a través del perfil hacia los espacios subterráneos

Cuadro 6.4 Rangos de Tipos de Drenaje

1	e	Excesivo
2	b	Bueno
3	m	Moderado
4	md	Mal drenado

FERTILIDAD: Es el contenido en el suelo de elementos nutritivos para las plantas. Se lo calcula en base de: pH, materia orgánica, saturación de bases, capacidad de intercambio de cationes.

Cuadro 6.5 Rangos de Tipos de Fertilidad

1	mb	Muy Baja
2	b	Baja
3	m	Mediana
4	a	Alta

TEXTURA: Relación directa en el contenido de las tres fracciones principales del suelo: arena, limo y arcilla. Las diferentes combinaciones en proporciones determinan las clases texturales.

Cuadro 6.6 Tipos de Textura

1	G	Gruesa
2	mg	Moderadamente gruesa
3	M	Media
4	F	Fina
5	mf	Muy Fina

Posteriormente se elabora una matriz para la determinación de las clases correspondientes con la ayuda del un sistema de información geográfica (S.I.G).

Cuadro 6.7 Matriz para la determinación de clases de capacidad

	Pendiente	Profundidad	Pedregosidad	Drenaje	Fertilidad	Textura
Clase I	1	4	1	2	4	3
Clase II	2	3 - 4	1	2 - 3	3 - 4	2 - 4
Clase III	3	3 - 4	1	2 - 3	2 - 4	2 - 4
Clase IV	3	2 - 4	1 - 3	2 - 3	2 - 4	2 - 4
Clase V	4	2 - 4	1 - 3	2 - 3	1 - 4	1 - 4
Clase VI	5	2 - 4	1 - 3	1 - 3	1 - 4	2 - 4
Clase VII	5	1 - 4	1 - 3	1 - 3	1 - 4	1 - 4
Clase VIII	6	1 - 4	1 - 5	1 - 4	1 - 4	1 - 4

Además se cumplirán las siguientes condiciones:

- Las Clases I y II con 2 o menos condicionantes será Clase IV, de tres en adelante será Clase V.
- Las Clases III y IV con 2 o menos condicionantes será Clase V, de tres en adelante será Clase VI.
- Las Clases V y VI con cualquier número de condicionantes será Clase VII.
- La Clase VII con cualquier número de condicionantes será Clase VIII.

Descripción de las Capacidades del Suelo

A continuación se describen cada una de las 8 clases de capacidades, que no es sino la interpretación de su capacidad para producir Cultivos, Pastos y Bosques.

Cuadro 6.8 Clases de Capacidades del Suelo

Suelos aptos para cultivos	
CLASE I	Todo tipo de cultivo
CLASE II	Todo tipo de cultivo con alguna restricción
CLASE III	Suelos para cultivos con restricciones
Suelos aptos para cultivos ocasionales o limitados	
CLASE IV	Suelos aptos para PASTOS y cultivos perennes
Suelos no aptos para cultivos, pero adecuados para vegetación permanente	
CLASE V	Suelos aptos para PASTOS y manejo de bosques
CLASE VI	Suelos aptos para BOSQUES y pastos
CLASE VII	Suelos aptos únicamente para BOSQUES
Suelos aptos para conservación	
CLASE VIII	No apropiadas para cultivos, pastos o silvicultura, pero pueden ser utilizadas en vida silvestre y zonas de recreación.

Fuente: USDA, 1990

CLASE I

Son Suelos profundos, bien drenados, casi planos, fáciles de trabajar y fértiles, con muy pocas o ninguna limitación para el desarrollo de actividades agrícolas, pecuarias o forestales, adaptándose su uso a un amplio rango de cultivos. Son adecuados para un cultivo intenso y requieren prácticas de manejo ordinarias.

CLASE II

Las tierras de esta clase presentan leves limitaciones, que solas o combinadas reducen la posibilidad de elección de actividades o se incrementan los costos de producción debido a la necesidad de usar prácticas moderadas de manejo y

conservación.

CLASE III

Las tierras de esta clase presentan limitaciones moderadas que restringen la elección de los cultivos y requieren prácticas especiales de conservación incrementándose los costos de producción.

CLASE IV

Las tierras de ésta clase presentan fuertes limitaciones que solas o combinadas restringen su uso a vegetación semipermanente y permanente.

Los cultivos anuales se pueden desarrollar únicamente en forma ocasional y con prácticas muy intensivas de manejo y conservación de suelos.

CLASE V

Las tierras de esta clase presentan severas limitaciones para el desarrollo de cultivos anuales, semipermanentes, permanentes o bosque. Por lo cual su uso se restringe para pastoreo o manejo de bosque natural.

CLASE VI

Las tierras ubicadas dentro de ésta clase son utilizadas para pastos y producción forestal.

CLASE VII

Las tierras de ésta clase tienen severas limitaciones, por lo cual solo se permite el manejo forestal en caso de cobertura boscosa, en aquellos casos en que el uso actual sea diferente al bosque, se procurará la restauración forestal, por medio de la regeneración natural.

CLASE VIII

Los terrenos clasificados en ésta clase, solamente pueden usarse, para fines recreacionales, vida silvestre o abastecimiento de agua. Estas tierras no reúnen las condiciones mínimas para actividades de producción agropecuaria o forestal alguna. Las tierras de ésta clase tienen utilidad solo como zonas de preservación de flora y fauna, protección de áreas de recarga acuífera y belleza escénica.

Para ésta clase se incluyen cualquier categoría de parámetros limitantes. Las limitaciones pueden ser las de las otras clases, pero en mayor grado.

Cuadro 6.9 Clases de Capacidades del Suelo por subcuencas

	Clase	Has.
Subcuenca Río Pita	II	6148,53
	III	17017,47
	IV	8904,50
	V	15229,25
	VI	512,22
	VII	252,96
	VIII	8657,83
	Subcuenca Río San Pedro	I
II		8187,38
III		11342,31
IV		14902,37
V		27075,95
VI		612,91
VII		271,15
VIII		10334,12

6.2.2 Conflictos

En la zonificación es importante comparar la vocación natural de los recursos con la utilización actual de los mismos (Anexo A.17: Mapa de Conflictos), lo que lleva a definir el tipo de utilización de los espacios geográficos. (Anexo C: Foto 17).

6.2.2.1 Metodología

De acuerdo a lo expuesto y utilizando los mapas de: uso actual y cobertura vegetal y capacidad de uso del suelo; se procedió a la superposición cartográfica de dichos mapas y a la aplicación de la Matriz de Conflictos que se muestra en el Cuadro 6.10, que con la utilización del software Arc-View, permitió obtener la zonificación de conflictos, es decir, la relación que existe entre el presente (uso actual) y las actividades que la técnica aconseja y que van de acuerdo con la capacidad natural de los recursos (capacidad de uso de las tierras).

Cuadro 6.10 Matriz de Conflictos

Uso del Suelo	Capacidades de Uso de la Tierra							
	Cultivos			Cultivos y Pastos	Pastos y Bosque		Bosque	Recreación y Vida Silvestre
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Cultivos Permanentes *	Uso Adecuado				Sobre Utilizado			Mal Utilizado
Cultivos Varios	Uso Adecuado			Sobre Utilizado				Mal Utilizado
Pasto Natural	Sub Utilizado				Uso Adecuado			
Pasto Cultivado	Sub Utilizado			Uso Adecuado			Sobre Utilizado	Mal Utilizado
Bosque Plantado	Sub Utilizado				Uso Adecuado			
Bosques **								
Páramo								

*Cultivos bajo invernadero, y frutales

**Bosque indiferenciado, Bosque natural y Vegetación arbustiva

Así se determinaron espacios geográficos en los cuales el hombre hace un uso adecuado de la tierra y otros casos en los que está sub-utilizada, sobre-utilizada o mal utilizada; estas características lógicamente están relacionadas con factores culturales, económicos, de tenencia de la tierra, intereses industriales y mercado, los mismos que inciden directa o indirectamente en la conservación o degradación de los recursos naturales.

Cuadro 6.11 Tipos de Conflictos por subcuencas

	Conflictos	Has
Subcuenca Río Pita	Afloramientos rocosos, grava y minas	7531,01
	Cuerpo de agua natural	72,09
	Mal Utilizado	3128,66
	Nieve y hielo	4084,01
	Sobre Utilizado	2115,04
	Sub Utilizado	26032,02
	Uso Adecuado	15808,58
	Zona Urbana	123,93
Subcuenca Río Pedro	Afloramientos rocosos, grava y minas	1040,62
	Mal Utilizado	6407,07
	Nieve y hielo	596,84
	Sobre Utilizado	15886,08
	Sub Utilizado	20498,14
	Uso Adecuado	27564,87
	Zona Urbana	2952,10

6.2.3 Uso Potencial

En nuestro país el aumento de la población y de las necesidades alimenticias ha provocado la expansión de la frontera agrícola sin ningún tipo de planificación llegando así a una sobre-explotación del recurso suelo, a una indiscriminada explotación del recurso forestal disminuyendo la biodiversidad y lo peor aun afectando a los ecosistemas y al mismo hombre.

El uso potencial aquí mencionado es el resultado del análisis e integración de variables físicas y bióticas para definir unidades donde se indica el uso más adecuado que deben tener las tierras y que en esencia sirve como un instrumento para atenuar la degradación de los ecosistemas, mediante la propuestas de alternativas de utilización de los recursos (Anexo A.18: Mapa de Uso Potencial).

El objetivo principal es el de optimizar el uso de las tierras en zonas conflictivas, dando pautas para aminorar la destrucción de los recursos naturales en función de sus potencialidades.

6.2.3.1 Metodología

La metodología se basó en la superposición cartográfica de los siguientes mapas:

- Áreas Protegidas: estas áreas que tienen status legal, deben ser excluidas de cualquier tratamiento que conlleve a un análisis integrado del medio físico. (Anexo A.15: Mapa de Áreas Protegidas).
- Conflictos ambientales: en este documento, se hallan cartografiadas las áreas conflictivas y no conflictivas las mismas que se determinaron al comparar el uso actual (Anexo A.6: Mapa de Uso Actual y Cobertura Vegetal) y la capacidad de uso de los suelos (Anexo A.16: Mapa de Capacidad de uso de la Tierra). A las mismas que se les dará un tratamiento especial, en función del tipo de controversia y afectación a los ecosistemas. (Anexo A.17: Mapa de Conflictos).

Finalmente cartográficamente se identificaron ocho unidades de uso potencial, utilizando la siguiente matriz:

Cuadro 6.12 Matriz Unidades de Uso Potencial

Capacidad de Uso	Presencia Conflictos	Uso Potencial
Áreas Protegidas		1
Áreas Protegidas	x	2
VIII		3
VIII	x	4
VII	x	5
V - VI	x	6
IV	x	7
I, II, III	x	8
Sin Uso		9

Unidades de Uso Potencial

1. Protección y conservación de áreas protegidas
2. Restauración de áreas protegidas
3. Tierras aptas para conservación
4. Tierras aptas para recuperación y rehabilitación

5. Tierras aptas para bosques de producción o protección
6. Tierras aptas para pastos o bosques de producción
7. Tierras aptas para cultivos perennes
8. Tierras aptas para cultivos con ligeras a moderadas limitaciones
9. Tierras sin uso

6.2.3.2 Descripción de las Unidades de Uso Potencial

1. Protección y conservación de áreas protegidas

La constituyen tierras que pertenecen a las zonas de preservación y conservación, siendo marginales para cualquier uso de tipo agrícola, pecuario o forestal y que debido a su alto valor ecológico han sido incluidas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), y por consiguiente, el uso está orientado a la investigación, educación ambiental, recreación, vida silvestre o ecoturismo.

2. Restauración de áreas protegidas

Al interior de las Áreas Protegidas de esta región existen tierras ocupadas por grupos humanos dedicados a labores agroproductivas, sin respetar a la ley forestal que no permite este tipo de actividades. De acuerdo a la cartografía de conflictos ambientales, corresponden a la categoría de áreas mal utilizadas.

En estas áreas, a más de detener los procesos degradatorios inducidos por la presencia de grupos humanos que afectan al mantenimiento de los ecosistemas naturales, se hace indispensable la restauración de los mismos, a fin de recuperar el equilibrio ecológico deteriorado y/o destruido. Para esto será necesario realizar campañas de concienciación ambiental en las poblaciones cercanas para disminuir su presión sobre estas áreas.

El proceso de restauración para recuperar la vegetación natural podrá hacerse a través de la reforestación con especies nativas, regeneración natural y/o enriquecimiento del bosque.

3. Tierras aptas para conservación

Estas tierras, se localizan principalmente en las vertientes escarpadas de la cordillera, formando parte de los ecosistemas de montaña.

De acuerdo a la cartografía de cobertura vegetal y uso del suelo, corresponden a áreas cubiertas con vegetación de páramo y pastos naturales principalmente y que superpuestas al mapa de aptitud de las tierras, no generan conflictos.

En función de este criterio y tratándose de ecosistemas que se caracterizan por la riqueza de especies florísticas y faunísticas, por el nivel de endemismo, así como también, por un importante papel desde el punto de vista de captación, regulación y suministro del recurso hídrico y además por el control de erosión, movimientos en masa e inundaciones, se establece la prioridad de conservar estos ecosistemas.

Los mayores limitantes de estas tierras constituyen los relieves escarpados, sobre los que dominan pendientes mayores al 100%, sobre los que se han desarrollado suelos poco a medianamente profundos. La aptitud natural de estas tierras esta orientada exclusivamente a la conservación y preservación de paisajes de valor natural o ecológico, representado por la riqueza florística y/o faunística, así como por las funciones que desempeñan en el ambiente.

Las actividades recomendadas para esta categoría están referidas a todas aquellas que permiten la conservación y normal funcionamiento de los ecosistemas naturales, tales como: investigación, educación, ecoturismo controlado, vida silvestre y recreación.

4. Tierras aptas para recuperación y rehabilitación

Son áreas muy vulnerables al deterioro y degeneración de los recursos naturales debido a sus características físicas y por estar sometidas a la presión del hombre.

En estos espacios la vegetación natural ha sido eliminada con el propósito de ampliar la frontera agroproductiva, que constituye un proceso de colonización espontánea, que al ocupar tierras sin aptitudes productivas generan un mal uso del recurso suelo, alteran los ecosistemas propiciando la desaparición de la fauna y hasta cierto punto provocando cambios en los regímenes hídricos.

De acuerdo al mapa de conflictos estas zonas se encuentran siendo mal utilizadas. Estas áreas deberían ser destinadas para fines de investigación y desarrollo de la vida silvestre y de ninguna manera para una explotación forestal y peor aún agropecuaria. Este conflicto se refleja en la incidencia de procesos degradativos del suelo, que en las zonas más antiguas son muy evidentes la compactación, erosión, pérdida de fertilidad, etc. y en las más recientes conlleva a un proceso de avance progresivo y constante, por lo que se hace prioritario emprender en procesos tendientes a restablecer por lo menos en parte la función de los ecosistemas perdidos o reducidos.

En estas zonas se hace necesario conservar los relictos de bosque que aún quedan, especialmente los que se encuentran en las cabeceras de las subcuencas y microcuencas hidrográficas, dada la importancia que tienen como reguladores de procesos ecológicos.

Determinar los sitios más críticos donde los procesos degradativos son progresivos y continuos, donde la reconversión de su uso sea inmediata a fin de fomentar las comunidades vegetales mediante la sucesión natural.

En los sectores donde existe mayor concentración poblacional y que de alguna forma se hallen vinculadas con las áreas de mayor producción, se recomienda rehabilitar las tierras mediante prácticas alternativas de desarrollo, mediante el mejoramiento de sistemas agroproductivos existentes o la implementación de otros sistemas, pero, siempre ligados a planes de conservación de suelos que conlleven a una explotación y optimización de los recursos en una forma controlada y equilibrada

En función de las limitaciones y potencialidades de las tierras se recomienda

investigar sistemas agroproductivos o utilizar los sistemas ya probados, tendientes a incrementar la productividad de la tierra tales como: el ecológico natural, la agrosilvicultura, ganadero forestal, agricultura de secano en las laderas y explotación de pastos en laderas.

5. Tierras aptas para bosques de producción o protección

La cartografía de aptitudes de las tierras señala que debido a las limitaciones de orden climático, suelo y relieve, restringen su uso en la agricultura por lo que se aconseja utilizar estas tierras para el desarrollo pecuario pero que en la actualidad parte de ellas están siendo utilizadas para la producción agrícola y pecuaria.

Otras están siendo utilizadas a capacidad, pero a nivel de campo se detectaron rasgos erosivos (erosión hídrica, sobrepastoreo, pequeños movimientos en masa), los mismos que están relacionados con un uso intensivo de las áreas dedicadas a pasturas (pastos degradados); es por esto que, tomando en consideración la pendiente de las laderas de los relieves colinados que en la mayoría de los casos varía entre 40 y 70% y los suelos poco a medianamente profundos, se recomienda utilizar estas tierras para la reforestación con fines productivos.

6. Tierras aptas para pastos o bosques de producción

Casi en su totalidad están siendo ocupados por pastos asociados con vegetación arbórea, cultivos de ciclo corto y arboricultura pero el mapa de aptitudes de las tierras, señala que el uso más adecuado sería para cultivos arbóreos y pastos.

Las tierras de estos sectores tienen limitaciones muy severas, las mismas que están relacionadas con las pendientes que varían entre 50 y 70%, suelos poco profundos. , las zonas de vida corresponden al bosque húmedo Montano Bajo y bosque muy húmedo Montano, por estas limitaciones continuas que no pueden ser corregidas, se recomienda cultivos densos permanentes o semipermanentes o aprovechamiento forestal o agroforestal semi-intensivo, usando prácticas agronómicas: cultivos mixtos, en fajas, barreras vivas, etc., promoviendo y difundiendo prácticas de uso

sostenible del suelo y de los recursos naturales renovables que orienten la diversificación y producción agroproductiva.

7. Tierras aptas para cultivos perennes

De acuerdo al mapa de cobertura vegetal y uso actual estos territorios casi en su totalidad están siendo ocupados por pastos asociados con vegetación arbórea, cultivos de ciclo corto y arboricultura, por otro lado el mapa de capacidades de las tierras señala que el uso más adecuado sería cultivos y pastos.

Es fácil notar la presencia de poblados y de vías de comunicación importantes. Las tierras de estos sectores tienen varias limitaciones para el desarrollo agrícola, las mismas que están relacionadas con las pendientes, tipo de suelos. Por estas limitaciones que no pueden ser corregidas, se recomienda cultivos densos permanentes o semipermanentes o aprovechamiento forestal o agroforestal semi-intensivo, usando prácticas agronómicas: cultivos mixtos, en fajas, barreras vivas, etc., promoviendo y difundiendo prácticas de uso sostenible del suelo y de los recursos naturales renovables que orienten la diversificación y producción agroproductiva.

8. Tierras aptas para cultivos temporales con ligeras a moderadas limitaciones

Estas tierras están dedicadas en unos casos al pastoreo en asociación con cultivos de ciclo corto y en otros casos, estas tierras están siendo utilizadas para el cultivo de plantaciones permanentes y arboricultura tropical; el uso que recomienda la cartografía de aptitudes de las tierras, es el relacionado con las actividades agrícolas, debido a las ligeras limitaciones que presentan los suelos.

Dadas las condiciones ecológicas, sobre estas tierras, se encuentran la mayor parte de los asentamientos humanos, todos estos centros poblados se hallan vinculados con vías de comunicación de primer, segundo y tercer orden.

Debido a sus características topográficas se recomienda dedicarlas al establecimiento de cultivos intensivos o extensivos.

9. Tierras sin uso

Corresponden a las áreas que en la actualidad corresponden a lagunas, casquetes glaciares y asentamientos humanos consolidados.

Cuadro 6.13 Resumen Unidades de Uso Potencial

	Unidades de Uso Potencial	Has
Subcuenca Río Pita	Protección y conservación de áreas protegidas	8736,31
	Restauración de áreas protegidas	4034,01
	Tierras aptas para bosques de producción o protección	195,09
	Tierras aptas para conservación	4009,29
	Tierras aptas para cultivos con ligeras a moderadas limitaciones	17409,19
	Tierras aptas para cultivos perennes	6066,18
	Tierras aptas para pastos o bosques de producción	8996,16
	Tierras aptas para recuperación y rehabilitación	2956,36
	Tierras sin uso	6492,74
Subcuenca Río Pedro	Protección y conservación de áreas protegidas	8007,50
	Restauración de áreas protegidas	4341,64
	Tierras aptas para bosques de producción o protección	111,61
	Tierras aptas para conservación	3006,23
	Tierras aptas para cultivos con ligeras a moderadas limitaciones	17886,73
	Tierras aptas para cultivos perennes	13620,90
	Tierras aptas para pastos o bosques de producción	19662,87
	Tierras aptas para recuperación y rehabilitación	5245,86
	Tierras sin uso	3062,38

6.2.3.3 Sistemas Agroproductivos y Medidas de Conservación

En función de las limitaciones o potencialidades de las tierras determinadas mediante la cartografía de Conflictos, y considerando las características biofísicas

de éstas áreas y la presencia del hombre, se recomienda aplicar sistemas agroproductivos sustentables y medidas especiales de conservación de suelos que permitan la optimización de los recursos. Es importante tener en cuenta los siguientes sistemas agroproductivos:

a. Sistema: Ecológico natural

Compuesto por una diversificación de especies arbóreas; es muy notable la presencia de la familia leguminosa, que juega un papel muy importante en el equilibrio de producción y descomposición de materia orgánica para mantener la fertilidad del suelo, la presencia de fauna es parte integral del sistema ecológico.

b. Sistema: Agrosilvicultura

Constituye un sistema agroproductivo muy antiguo, que incluye actividades como la silvopasticultura, agrosilvopasticultura y la producción forestal con fines múltiples. Los objetivos principales son: utilizar los cultivos agrícolas o los pastos en forma transitoria, hasta que se hayan establecido las especies forestales plantadas y puedan ser extraídas; y, explotar los árboles y arbustos o sistemas de producción animal en beneficio de la producción de cultivos y de la protección de los recursos, en este caso, la vegetación leñosa puede proporcionar combustibles y cercos para la delimitación de los predios, cobertura y materia orgánica para los suelos y barreras contra vientos.

c. Sistema: Ganadero forestal

En el mapa de uso del suelo se observa que se está reemplazando los bosques por pastos; esta sustitución en la mayoría de los casos, ha dado como resultado la disminución de la fertilidad y permeabilidad de los suelos, observándose comúnmente pastos degradados, micro climas secos y erosión hídrica y remociones en masa.

Entre las soluciones se sugiere usar gramíneas asociadas con leguminosas forrajeras

y árboles maderables, los mismos que fertilizan al suelo en forma significativa, aumentando el aporte de nitrógeno y mejoran la textura y aireación del suelo por efectos físicos y químicos.

d. Sistema: Agricultura de secano en laderas

La explotación agrícola que se desarrolla en laderas de montañas de los trópicos húmedos genera problemas de erosión causada por las fuertes e intensas precipitaciones; de igual forma se produce una acelerada degradación del suelo, causada por las altas temperaturas; y, problemas sociales y económicos.

En función de lo indicado, los sistemas de agricultura en laderas, deberá basarse en un plan de capacidad de uso de las tierras; el sistema deberá incluir medidas de conservación, dependiendo de las condiciones físicas del terreno e intereses del agricultor; y, la explotación agrícola se debe basar en las rotaciones, cobertura del suelo y mejoramiento de la fertilidad y estructura del suelo.

e. Sistema: Explotación de pastos en laderas

Como el caso anterior, las áreas clasificadas como adecuadas para pastos, se deberán obtener de un análisis de la capacidad de uso de las tierras; en el caso de las áreas consideradas como sobre-utilizadas, es decir, si los terrenos son aptos para bosques y en la actualidad están siendo utilizados para labores pecuarias, se recomienda lo siguiente:

- i. Establecer medidas de conservación agronómicas o estructurales para evitar la erosión y movimientos en masa.
- ii. Utilizar gramíneas y leguminosas para que proporcionen un forraje diversificado para diversos animales y mejorar la fertilidad de los suelos.
- iii. Control de pastoreo, tomando en cuenta las siguientes prácticas:
 - Durante los períodos húmedos, cortar la hierba y engordar al ganado en establos.
 - Control del número de animales por unidad de superficie.

- Pastoreo de rotación: consiste en un período breve de ocupación intensa o normal de cabezas de ganado, seguido de períodos de descanso para recuperar las plantas.

Conservación de suelos

Dependiendo del relieve, textura de los suelos y cubierta vegetal, las precipitaciones intensas típicas de los trópicos, generalmente no permiten la normal infiltración de las aguas y en otros casos, las infiltraciones saturan el suelo; en el primer caso se generará un escurrimiento, mientras que en el segundo, se producirán movimientos en masa, por lo que, se recomienda tener muy en cuenta las siguientes medidas para contrarrestar la degradación de los suelos, del ambiente y la posterior sedimentación de los materiales acarreados en los cauces de los ríos, disminuyendo su capacidad aportante.

Medidas agronómicas

- a. Cultivo siguiendo las curvas de nivel y plantaciones densas.

El cultivo siguiendo las curvas de nivel, es mucho mejor que el laboreo en forma paralela a la pendiente, pero, esta práctica debe estar complementada con plantaciones densas, también siguiendo las curvas de nivel.

- b. Cultivo en fajas:

En esta práctica de conservación, los cultivos se plantan siguiendo un orden sistemático de fajas siguiendo las curvas de nivel, que sirven de barreras al agua y a la erosión eólica.

- c. Cobertura del suelo con rastrojos:

Esta práctica es muy eficaz para luchar contra la erosión provocada por las gotas de lluvia; además suministra materia orgánica al suelo y sirve como protección contra

las altas temperaturas, protegiendo la micro fauna.

Se puede utilizar residuos de cultivos, hojas verdes, ramas, etc.

d. Cultivo de cobertura:

Son cultivos densos que se plantan para proteger al suelo y van ubicados entre cultivos arbóreos, semi permanentes o de ciclo corto. Los cultivos de cobertura pueden ser gramíneas o leguminosas anuales o perennes, de acuerdo a las necesidades del agricultor.

e. Barreras vegetativas:

Son arbustos o gramíneas que se plantan en forma perpendicular a la pendiente de las laderas, con el fin de retrasar y aminorar el arrastre del suelo.

Medidas estructurales

a. Zanjas ó acequias de ladera:

Se construyen a través de la vertiente para transformar una pendiente larga en pendientes más cortas; se utilizan para interceptar y desviar la escorrentía.

b. Terrazas de árboles frutales:

Son una serie de fajas horizontales a través de una pendiente a determinados intervalos verticales; las terrazas de pendiente invertida son las más adecuadas para cultivos de montaña.

c. Terrazas en media luna:

Son pequeñas terrazas en forma de media luna, que se las utiliza para plantar árboles frutales individualmente.

6.2.4 Síntesis Socioeconómica

Considerar los aspectos socioeconómicos en el proceso de la zonificación es de vital importancia por la influencia de los hechos sociales y económicos en las actividades relacionadas con el uso de la tierra.

Por otra parte hay que entender que un Plan de Manejo de Cuencas necesariamente debe considerar a la población, ya que el acceso, uso, manejo y control de los recursos les corresponde.

El planteamiento metodológico para la zonificación ecológica económica es considerar a los actores sociales como elemento decidor de áreas críticas a planificarse.

6.2.4.1 Metodología

El objetivo de esta síntesis es determinar zonas de desarrollo socioeconómico (Anexo A.19: Mapa de Síntesis Socioeconómica), partiendo del criterio de que el número de establecimientos tanto de salud como educación es directamente proporcional al desarrollo de una determinada área.

Teniendo la información parroquial de estas dos variables (Infraestructura de Salud e Infraestructura de Educación) se procedió a dar valores discontinuos para producir un efecto de dispersión, a cada unidad. Para el caso de Infraestructura de Salud se consideraran los siguientes valores:

Cuadro 6.14 Clasificación Infraestructura de Salud

Unidad	Valor
Hospital Cantonal	9
Clínica	7
Subcentro de Salud	3
Dispensario de Salud	2

En el caso de Infraestructura de Educación se consideró los siguientes valores:

Cuadro 6.15 Clasificación Infraestructura Educación

Unidad	Valor
Superior	15
Secundaria	7
Primaria	3

Con la valoración de la Infraestructura de Salud y Educación se obtiene un Rango Resumen de clasificación, representando las parroquias desprovistas así como también las mejores dotadas de Infraestructura de Salud y Educación. A continuación se muestra el rango resumen para cada parroquia:

Cuadro 6.16 Síntesis Socioeconómica

Parroquia	Valores	Síntesis
Alangasi	92	3
Amaguana	85	3
Conocoto	190	4
Pintag	94	3
Machachi	108	4
Aloag	42	2
Aloasi	47	2
Cutuglahua	27	2
El Chaupi	13	1
Tambillo	33	2
Uyumbicho	15	1
Sangolquí	323	5
Cotogchoa	9	1
Rumipamba	3	1

La columna de los valores totales es la sumatoria de los resultados que corresponden a la infraestructura de educación y de salud de cada parroquia. La columna de síntesis es la clasificación de las zonas de acuerdo a los siguientes rangos:

Cuadro 6.17 Descripción de las Zonas de la Síntesis Socioeconómica

Zona 1	Rango	Parroquias	Educación	Salud
	3 - 15	Rumipamba	1 Primaria	
		Cotacocha	2 Primaria	1 Subcentro
		Uyumbicho	1Primaria; 1 Secundaria	1 Subcentro; 1 Dispensario
		El Chaupi	1 Primaria; 1 Secundaria	1 Subcentro

Zona 2	Rango	Parroquias	Educación	Salud
	27- 47	Tambillo	4 Primaria; 2 Secundaria	1 Subcentro; 2 Dispensario
		Cutuglahua	5 Primaria; 1 Secundaria	1 Subcentro; 1 Dispensario
		Aloasí	7 Primaria; 3 Secundaria	1 Subcentro; 1 Dispensario
		Aloag	10 Primaria; 1 Secundaria	1 Subcentro; 1 Dispensario

Zona 3	Rango	Parroquias	Educación	Salud
	85 - 94	Pintag	20 Primaria; 4 Secundaria	2 Subcentro
		Amaguaña	12 Primaria; 5 Secundaria	2 Subcentro; 4 Dispensario
		Alangasi	14 Primaria; 5 Secunadria	2 Subcentro; 1 Dispensario; 1 Clinica

Zona 4	Rango	Parroquias	Educación	Salud
	108-190	Conocoto	28 Primaria; 12 Secundaria	1 Hospital; 1 Subcento; 5 Dispensario
		Machachí	13 Primaria; 5 Secundaria	1 Hospital; 3 Clínicas; 2 Dispensario

Zona 5	Rango	Parroquias	Educación	Salud
	323	Sangolquí	38 Primaria; 16 Secundaria; 3 Superior	1 Hospital; 1Clínica; 6 Subcentro; 9 Dispensarios

La síntesis socioeconómica es el producto de la integración de los rangos anteriores con las variables condicionantes siguientes: Poblados, Densidad Poblacional, Índice de Pobreza y adicionalmente las vías establecidas en el mapa base.

6.2.4.2 Zonas Socioeconómicas

Realizando el análisis de todas estas variables se sacaron 6 zonas socioeconómicas las mismas que se describen a continuación (Anexo C: Foto 18):

Zona 0. - Sin Desarrollo Socioeconómico

Se caracteriza por la ausencia de Infraestructura tanto de Salud como de Educación. Se localiza en zonas despobladas.

Zona 1. - Muy Bajo Desarrollo Socioeconómico

A esta zona pertenecen 4 parroquias en las cuales existen 1 poblado principal en cada una de ellas, de los cuales dos cuentan solamente con establecimientos primarios, y la parroquia de Rumipamba no cuenta con Infraestructura de Salud, el índice de pobreza más bajo es de Uyumbicho con 49.7 y el más alto Rumipamba con 87.8. Tres de las cuatro parroquias poseen una densidad poblacional de baja a excepción de Uyumbicho que tiene una densidad poblacional media.

Zona 2. - Bajo Desarrollo Socioeconómico

En esta zona existen también 4 parroquias con 7 poblados importantes, de los cuales todos tienen establecimientos primarios y secundarios y en cuanto a Infraestructura de Salud todos tienen Subcentros y Dispensarios. El índice de pobreza varía de 63.6 a 77.9 %. Posee una densidad poblacional media a baja.

Zona 3. - Medio Desarrollo Socioeconómico

Existen 3 parroquias, con 4 poblados importantes. La parroquia de Pintag cuenta con la menor infraestructura de salud al tener solamente Subcentros de salud, en cambio la parroquia de Alangasi cuenta con Subcentros, Dispensarios y 1 Clínica en Alangasi. En cuanto al índice de pobreza Pintag y Amaguaña tienen 80.1 y Alangasi 58.7. Posee una densidad poblacional alta en dos de sus parroquias.

Zona 4. - Alto Desarrollo Socioeconómico

En esta zona se encuentra la parroquia de Conocoto y la de Machachí, con densidad poblacional alta y media, respectivamente, con 5 poblados importantes. Estas dos parroquias cuentan con instituciones Primarias y Secundarias y así mismo ambas cuentan con 1 Hospital y Dispensarios, solo en la parroquia de Machachí encontramos 1 Clínica. El índice de pobreza va de 54.5 a 64.9. Posee una densidad vial alta.

Zona 5. - Muy Alto Desarrollo Socioeconómico

En esta zona se encuentra solamente la parroquia de Sangolquí, que es un caso especial ya que es la única que presenta instituciones de nivel superior. En cuanto a la infraestructura de Salud, cuenta con todas las categorías, tiene 1 Hospital, 1 Clínica, 6 Subcentros y 9 Dispensarios. El índice de Pobreza de esta parroquia es de 48.7. En esta zona se observa una concentración de vías y poblados, con la densidad poblacional más alta de la zona de estudio.

6.3 ZONAS ECOLÓGICAS ECONÓMICAS

El análisis de las diferentes unidades de uso potencial, sus conflictos ambientales y las zonas socioeconómicas, dio como resultado 13 zonas. Esta zonificación tuvo como punto de partida las siguientes definiciones:

- Zonas productivas, donde el desarrollo sustentable de los recursos naturales garantizan un uso adecuado de los mismos, mejorando la calidad de vida de la población.
- Zonas críticas donde existen conflictos generados por una mala utilización de los suelos .

- Zonas especiales, donde se incluyen unidades territoriales de preservación y conservación.

A continuación se muestra las de Zonas Ecológicas Económicas resultantes de la sobreposición de los mapas de Conflictos, Unidades de Uso Potencial y La Síntesis Socioeconómica.

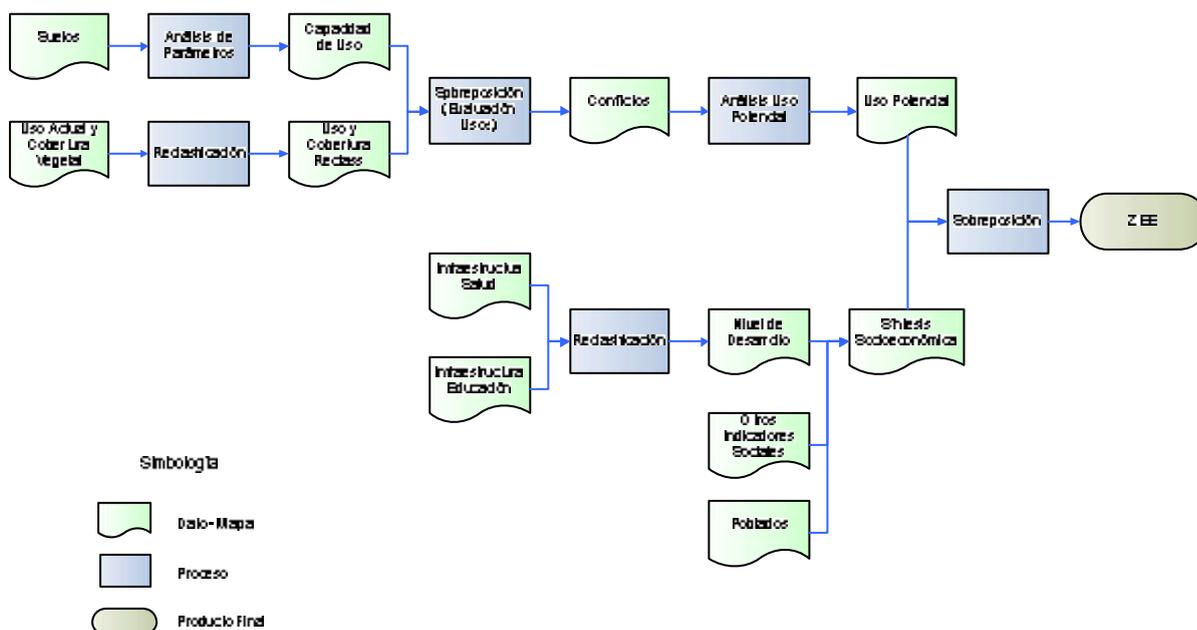
Cuadro 6.18 Matriz Zonas Ecológicas Económicas

	Conflictos	Unidades de Uso Potencial							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Síntesis Socioeconómica	Uso Adecuado	Zona 1	NE	Zona 3	NE	Zona 5	Zona 7	Zona 9	Zona 10
	Sub Utilizado	NE	NE	NE	NE	Zona 6	Zona 8	Zona 9	Zona 10
	Sobre Utilizado	NE	NE	NE	NE	Zona 6	Zona 8	Zona 9	Zona 10
	Mal Utilizado	NE	Zona 2	NE	Zona 4	NE	NE	NE	Zona 10

(NE) No Existe

6.3.1 Flujo de Información Cartográfica para la Obtención de la ZEE

Figura 6.1: Flujo de Información Cartográfica para la Obtención de la ZEE



6.3.2 Descripción de las Zonas Ecológicas Económicas

1. Zona Especial de Protección y Conservación de Áreas Protegidas

Formada por áreas que pertenecen al Parque Nacional Cotopaxi, a la Reserva Ecológica de los Ilinizas y al Refugio de Vida Silvestre Pasochoa. Las mismas que constituyen parte del sistema nacional de áreas naturales debido a su diversidad ecológica y belleza escénica. Por su localización permiten controlar fenómenos pluviales, de escorrentía y la preservación de las cuencas hidrográficas.

El Parque Nacional Cotopaxi y el Área de Recreación El Boliche se ubican en la parte sur de la subcuenca del río Pita, cubriendo una superficie de 15968.1 Has y 523.7 Has respectivamente; la Reserva Ecológica de los Ilinizas se localiza en la parte sur de la subcuenca del río San Pedro con una superficie de 7998.5 Has y el Refugio de Vida Silvestre Pasochoa en la parte central del área de estudio con una superficie de 629.1 Has.

Se trata de grandes zonas geográficas en cuyo interior se desarrollan diversos ecosistemas con especies florísticas y faunísticas silvestres importantes, por lo que, se prohíbe cualquier tipo de explotación al interior de este territorio; estas zonas son calificadas como de alto valor ecológico y biológico.

Es importante mencionar que al interior de estas zonas no se desarrollan ningún tipo de actividad productiva, es decir, no existen conflictos con la declaratoria de áreas protegidas. Por ser áreas especiales cuentan con un plan de manejo ya establecido por las autoridades competentes por lo que no formaran parte de este plan.

Desde el punto de vista socioeconómico se puede evidenciar una predominante falta de desarrollo, facilitando su mantenimiento y conservación.

2. Zona Especial de Restauración de Áreas Protegidas

Son espacios geográficos que se hallan al interior de áreas naturales, que han sido intervenidos por el hombre; el ambiente ha sido alterado, rompiéndose la interrelación e interacción de los factores bióticos y abióticos.

Estas áreas se hallan distribuidas a largo de casi todos los límites de las áreas naturales lo que evidencia la presión que ejercen los asentamientos humanos cercanos. En total estas zonas cubren una superficie de 8375.66 Has. Las áreas generan conflictos por ocupar territorios que por Ley son declarados como protegidos; y por la mala utilización de sus tierras, que en su mayoría son de aptitud forestal.

3. Zona Especial de Áreas de Protección

Son ecosistemas de montaña cubiertas por vegetación de páramo, pastos naturales y vegetación arbustiva principalmente. Según el mapa de conflictos no presentan incompatibilidades entre el uso actual y la capacidad de uso del suelo. Cubre una área total de 7015.5 Has.

Se encuentran cubiertos por vegetación arbórea natural, no intervenida. No presenta ningún tipo de conflicto de acuerdo a la cartografía el lugar. Debido a su ubicación geográfica, características físicas, biológicas y ambientales típicas de un ecosistema de montaña la función principal de estas zonas será la de conservar el agua, suelo, flora y fauna silvestres; y en general, conservar las cabeceras de las cuencas hidrográficas de los ríos. Desde el punto de vista socioeconómico predomina la carencia de desarrollo.

Potencialidades

- Tierras con potencial para bosques de protección y conservación del ecosistema.

- Bosques con un alto valor genético típicos de bosques montaña.
- Zonas con un gran potencial para la investigación científica y turismo de aventura.
- Zonas de recarga de acuíferos.
- Conservación de las cuencas altas de los ríos Pita y San Pedro.

Restricciones

- Suelos con limitaciones para la extracción de especies forestales.

4. Zonas Crítica de Recuperación y Rehabilitación

Zonas que en la actualidad están siendo mal utilizadas. La aptitud de estas tierras no corresponde al uso actual, generándose una incompatibilidad de usos y por consiguiente erosión y degradación del recurso suelo. Cubre un área total de 8202.22 Has.

Estas tierras se encuentran actualmente bajo pastizales, cultivos de ciclo corto y bosques remanentes según el mapa de uso actual y cobertura vegetal y del mapa de aptitudes estas tierras están clasificadas en la categoría de vegetación natural y vida silvestre, creándose conflictos ambientales que producen erosión y degradación de los suelos.

La utilización de estas tierras para usos agrícola y ganadero conllevan principalmente a un lavado de los suelos y acumulación de sedimentos en los cauces de los ríos generándose impactos negativos que afectan al ambiente y al hombre.

Por esta razón se hace necesario emprender en actividades de recuperación o regeneración de la vegetación natural y protección de las partes altas de las cuencas hidrográficas.

Potencialidades

- Potencial para la reforestación con fines protectores.
- Potencial para plantaciones forestales.

Restricciones

- Uso inadecuado de los recursos.
- Falta de infraestructura vial en ciertas zonas.

5. Zona Productiva: Bosques de Producción de Especies no Maderables

Se trata de comunidades arbóreas que sin pertenecer al patrimonio de áreas naturales del Estado, presentan las características de bosque, páramos y vegetación natural con una riqueza florística y faunística de alto valor y que al estar formando parte de los ecosistemas de montaña, permiten regular las aguas pluviales y fluviales, conservando las cuencas hidrográficas.

Se encuentran generalmente sobre los relieves escarpados y se extienden casi totalmente sobre el área de estudio, en las estribaciones de casi todas las elevaciones con una superficie de 196.69 Has. Dadas las condiciones topográficas, de suelos, y de accesibilidad, no presentan las condiciones para un uso agrícola o ganadero; la capacidad de uso de las tierras, está relacionada con la producción y extracción de especies no maderables o una extracción selectiva de especies maderables con un sistema de manejo sustentable que permita un flujo continuo de bienes y servicios, sin desperdiciar los recursos y sin lesionar al ambiente.

Según G. Honadle, (Como definir la Forestería Sostenible, IICA 1995), los bosques producen altos rendimientos cuando se explotan por sus productos no maderables en vez de su madera y que a largo plazo puede ofrecer mayores beneficios que una plantación monocultural.

Entre los tipos de utilización de las especies no maderables, se pueden citar las siguientes: como alimento, medicina, artesanía, fibra, insecticidas, jabones, venenos para cacería y productos ornamentales.

Gran parte de estos bosques se encuentran formando parte de los ecosistemas de montaña, caracterizados por su alta fragilidad ecológica y sensibilidad física.

Se debe anotar que estos bosques sufren una persistente presión humana que provoca alteraciones en los ecosistemas.

Potencialidades

- Tierras con potencial para bosques de producción de especies no maderables.
- Bosques con un alto valor genético típicos de bosques tropicales y de montaña.
- Zonas con un gran potencial para la investigación científica y ecoturismo.
- Zonas de recarga de acuíferos.
- Conservación de cuencas hidrográficas.
- Bosques con potencial energético, alimenticio, medicinal, etc.

Restricciones

- Bosques localizados en zonas escarpadas.
- Sensibilidad biótica debido a la presión humana.
- Suelos con limitaciones para la extracción de especies forestales maderables.

6. Zona Crítica de Ecosistemas Degradados con Potencial Forestal o Agro-Forestal

Corresponden a zonas que en la actualidad están siendo sobre-utilizadas, existiendo una incompatibilidad de usos y aptitudes. Por consiguiente se produce una degradación del recurso suelo. Cubren una superficie de 109.97 Has.

Estas tierras, de acuerdo a sus características edáficas y topográficas han sido clasificadas en la categoría de bosques en los mapas de aptitudes de las tierras y según el mapa de cobertura vegetal y uso del suelo estas áreas se encuentran bajo pastizales, cultivos de ciclo corto y relictos de bosques, por lo que, se evidencia un conflicto ambiental.

La mala utilización de los suelos implica una cadena de procesos, que generan impactos negativos que afectan al ambiente y al hombre; el problema radica en la utilización de tierras con potencial forestal para usos agrícola y ganadero, lo que significa una pérdida de la cobertura vegetal, el lavado de los suelos desnudos y posteriormente la acumulación de sedimentos en los cauces de los ríos.

Por lo que, se crea la necesidad de iniciar con actividades de recuperación o regeneración del bosque para un aprovechamiento económico, protección de las partes altas de las cuencas hidrográficas, recuperación de suelos que por sus características restrictivas, limitan las posibilidades para usos agropecuarios intensivos, recomendándose un manejo, basado en la implementación de sistemas especiales de manejo como el agroforestal. La sectorización de las áreas a ser reforestadas o utilizadas bajo sistemas agroproductivos, deberán ser identificadas mediante la realización de trabajos a nivel de semi-detalle.

Potencialidades

- Potencial para la reforestación con fines protectores y productores.
- Tierras que pueden ser aprovechadas con fines agroproductivos.
- Existencia de vías de acceso

Restricciones

- Uso inadecuado de los recursos.
- Pendientes muy pronunciadas.

7. Zona Productiva: Sistema Silvo - Pastoril

Es la zona más extensa de la zonificación y se encuentra repartida uniformemente en toda el área. Cubren una superficie de 21019.63 Has.

De acuerdo a la cartografía de uso potencial, su uso estaría dirigido al establecimiento de pasturas o reforestación con especies arbóreas; esto, debido a las limitaciones que presentan los suelos.

Potencialidades

- Suelos con potencial para bosques productivos.
- Potencial ganadero en zonas de pendientes moderadas.

Restricciones

- Presencia de pendientes escarpadas.

8. Zona Crítica de Recuperación y Conservación de áreas en Proceso de Degradación

Geográficamente en su mayoría se encuentran en la subcuenca del río San Pedro. Cubren una superficie de 7639.4 Has.

De acuerdo al uso potencial, corresponden a tierras aptas para pastos o bosques de producción que necesitan ser recuperadas y rehabilitadas. Asimismo, basándose en el mapa de cobertura vegetal y uso del suelo, se determina que actualmente se hallan ocupados por pastos plantados, generalmente asociados con cultivos, plantaciones permanentes, unidades que, confrontadas con la cartografía de aptitudes de las tierras, se determinan que existen conflictos ambientales, ya que las potencialidades de los suelos, están relacionados con usos forestales. Debido a

estos conflictos que con el pasar del tiempo se traducen en procesos erosivos de los suelos, estas tierras deberán ser sometidas a procesos de recuperación.

Potencialidades

- Potencial para plantaciones forestales.
- Potencial bosques de producción y sistema silvo - pastoril.

Restricciones

- Uso inadecuado de los recursos.
- Zona de alto desarrollo socioeconómico

9. Zona Productiva: Sistema Agro - Forestal

Estas áreas se encuentran distribuidas en toda la el área, exceptuando los sectores que corresponden a las partes montañosas. Cubren una superficie de 19687.08 Has. Corresponden según el uso potencial a la Tierras aptas para cultivos semipermanentes y permanentes. En la actualidad estas áreas se encuentran utilizadas para la siembra de pastos plantados, asociados con vegetación arbórea y cultivos de ciclo corto, de acuerdo a la cartografía de aptitud de las tierras, estas áreas deberían ser utilizadas para la siembra de cultivos con medidas de protección y conservación de suelos.

Potencialidades

- Suelos con potencial agroforestal.
- Potencial forestal de tipo productivo.

Restricciones

- Áreas que requieren medidas de protección y conservación.

- Presión de la población sobre estas áreas.

10. Zona Productiva: Desarrollo Agrícola

Esta zona está relacionada con las áreas planas de nuestra zona de estudio, distribuidas en la parte este y oeste de la misma, con un área de 35295.92 Has.

Corresponden a relieves de topografía con pendientes inferiores al 25%, actualmente están siendo aprovechados para la siembra de pastos plantados, cultivos de ciclo corto, plantaciones permanentes principalmente; de acuerdo a la cartografía de aptitud de las tierras, estos espacios geográficos presentan una capacidad para la siembra del cultivo de ciclo corto intensiva o extensivamente, por lo que, desde el punto de vista físico, el uso de estas tierras puede ser optimizado.

Potencialidades

- Existencia de infraestructura de salud y educación.
- Capacidad de las tierras para cultivos de ciclo corto.
- Cercanía a los ríos.

Restricciones

- Crecimiento desordenado de los asentamientos humanos.

11. Zona de Posible Interés Minero

Estas áreas se encuentran principalmente en la subcuenca del río Pita, con una superficie de 3216.25 Has.

Viene de la unidad de uso potencial de Tierras sin uso, áreas que de acuerdo a la cobertura vegetal y uso actual corresponden a zonas con Afloramientos rocosos, gravas y minas.

Este posible interés dependerá de la altura y facilidad de acceso a las zonas aquí determinadas.

12. Zona de Desarrollo Urbano

Estas áreas se encuentran en su mayoría en la subcuenca del río San Pedro, en las microcuencas Capelo, Santa Clara, San Nicolás y El Timbo. Ocupa un área de 3076.03 Has.

Áreas que de acuerdo a la cobertura vegetal y uso actual corresponden a zonas Urbanas, viene de la unidad de uso potencial de Tierras sin uso. Cabe destacar que en esta zona se encuentra la parroquia de Sangolquí, que lógicamente debe pertenecer a esta zona ya que corresponde a la cabecera cantonal, y es la zona de Muy Alto Desarrollo Socioeconómico, es la única parroquia que posee instituciones educativas de tipo superior. Posee un índice de pobreza de 48.7% y una densidad poblacional de 1274 Hab / Km².

13. Conservación de Acuíferos

Áreas que de acuerdo a la cobertura vegetal y uso actual corresponden a zonas de cuerpos de agua, hielo y nieve y Tierras sin uso de acuerdo al uso potencial, es decir, corresponden a las lagunas de las partes bajas del Antisana y las partes altas de los Illinizas, Cotopaxi, Sincholagua y Antisana, con un área de 3262.84 Has. En el Cuadro 6.19 se muestra las Zonas Ecológicas Económicas resultantes con su respectiva área.

Cuadro 6.19 Resumen Zonas Ecológicas Económicas

	Zonas Ecológicas Económicas	Has	Zona de Desarrollo*	Has
Subcuenca Río Pita	Conservación de Acuíferos	3262,84	Sin	3190.76
	Zona Crítica de Recuperación y Conservación de Áreas en Proceso de Degradación	1080.30	Muy Bajo	584.18
	Zona Crítica de Recuperación y Rehabilitación	2956,36	Muy Bajo	2061.28
	Zona de Desarrollo Urbano	158.39	Muy Alto	132.22
	Zona de Posible Interés Minero	3105,97	Sin	1946.88
	Zona Especial de Áreas de Protección	4009,29	Sin	3380.62
	Zona Especial de Protección y Conservación de Áreas Protegidas	8736,31	Sin	8736.31
	Zona Especial de Restauración de Áreas Protegidas	4034,01	Sin	4034.01
	Zona Productiva: Bosques de Producción de Especies no Maderables	195,09	Sin	195.09
	Zona Productiva: Desarrollo Agrícola	17409,19	Sin	12440.71
	Zona Productiva: Sistema Agro-Forestal	6066,18	Sin	3242.51
	Zona Productiva: Sistema Silvo-Pastoril	7881,41	Sin	6002.59
Subcuenca Río Pedro	Zona Crítica de Ecosistemas Degradados con Potencial Forestal o Agro-Forestal	109,97	Bajo	107.18
	Zona Crítica de Recuperación y Conservación de Áreas en Proceso de Degradación	6220.27	Muy Bajo	2551.78
	Zona Crítica de Recuperación y Rehabilitación	5245,86	Muy Bajo	2605.77
	Zona de Desarrollo Urbano	3256.48	Muy Alto	1270.20
	Zona de Posible Interés Minero	110,28	Sin	101.22
	Zona Especial de Áreas de Protección	3006,23	Sin	1768.66
	Zona Especial de Protección y Conservación de Áreas Protegidas	8007,50	Sin	7823.66
	Zona Especial de Restauración de Áreas Protegidas	4341,65	Sin	3350.47
	Zona Productiva: Bosques de Producción de Especies no Maderables	1,64	Sin	1.64
	Zona Productiva: Desarrollo Agrícola	17886,73	Bajo	9938.95
	Zona Productiva: Sistema Agro-Forestal	13620,90	Bajo	6499.02
	Zona Productiva: Sistema Silvo-Pastoril	13138,22	Sin	6067.26

* Predominante

CAPITULO 7

7. PROPUESTA DEL PLAN DE MANEJO

7.1 LINEAMIENTOS GENERALES

Este Plan de Manejo es un instrumento de planificación que orienta la gestión en el área hacia el logro de sus objetivos de conservación. Se regulan las actividades permitidas y se facilita el manejo del área, determinando programas, usos y actividades para cada zona ecológica económica determinada. Promueve en forma integrada la conservación, investigación y educación ambiental, demostrando la compatibilidad entre conservación y uso productivo del área. Será fundamental que las autoridades encargadas de su operación obtengan el compromiso y apoyo de socios estratégicos y de la comunidad en general para su aplicación ya que un plan de manejo solo es aplicable si los actores están preparados, capacitados y si el medio ofrece condiciones favorables.

7.2 PROGRAMAS ESPECIFICOS DE MANEJO

A continuación se incluyen las pautas, requerimientos y normativas de los diversos programas cuya consecución llevará al cumplimiento de los objetivos del área. Los programas de manejo pueden ser comunes para ciertas áreas y deberán ser aplicados en cada microcuenca de acuerdo a la prioridad determinada por el diagnóstico físico conservacionista. En el Cuadro 7.1 se muestran cada una de las Zonas Ecológicas Económicas con su respectivo programa a implementarse.

Cuadro 7.1: Programas del Plan de Manejo

Programas	Tipo de Zona	Zonas de Aplicación
Protección	Especiales	Protección y conservación de Areas Naturales
		Restauración de Areas Protegidas
		Areas de Protección
Ecoturismo y Recreación	Especiales	Protección y conservación de Areas Protegidas
		Restauración de Areas Protegidas
		Areas de Protección
Educación Ambiental	Especiales	Protección y conservación de Areas Protegidas
		Restauración de Areas Protegidas
		Areas de Protección
	Críticas	Recuperación y Rehabilitación
		Ecosistemas Degradados con Potencial Forestal o Agro-forestal
		Recuperación y Conservación de Areas en Proceso de Degradación
	Productivas	Bosque de Producción de Especies no Maderables
		Sistema Silvo-Pastoril
		Sistema Agro-Forestal
Desarrollo Agrícola		
Investigación	Especiales	Protección y conservación de Areas Protegidas
		Restauración de Areas Protegidas
		Areas de Protección
	Críticas	Recuperación y Rehabilitación
		Ecosistemas Degradados con Potencial Forestal o Agro-forestal
		Recuperación y Conservación de Areas en Proceso de Degradación
	Productivas	Bosque de Producción de Especies no Maderables
		Sistema Silvo-Pastoril
		Sistema Agro-Forestal
Desarrollo Agrícola		
Manejo de Recursos	Críticas	Recuperación y Rehabilitación
		Ecosistemas Degradados con Potencial Forestal o Agro-Forestal
		Recuperación y Conservación de Areas en Proceso de Degradación
	Productivas	Bosque de Producción de Especies no Maderables
		Sistema Silvo-Pastoril
		Sistema Agro-Forestal
Monitoreo y Evaluación de la Gestión	Especiales	Protección y conservación de Areas Protegidas
		Restauración de Areas Protegidas
		Areas de Protección
	Críticas	Recuperación y Rehabilitación
		Ecosistemas Degradados con Potencial Forestal o Agro-Forestal
		Recuperación y Conservación de Areas en Proceso de Degradación
	Productivas	Bosque de Producción de Especies no Maderables
		Sistema Silvo-Pastoril
		Sistema Agro-Forestal
Desarrollo Agrícola		

Programa de Protección

Este programa está orientado a mantener la diversidad de especies, tanto animales como vegetales, conservar la belleza escénica y el suelo y mantener bajo un sistema de protección a las especies que pudieren estar amenazadas.

Objetivos

- Garantizar la integridad de los recursos naturales y sus valores de las influencias externas e internas.
- Definir un plan de acción ante la ocurrencia de alguna situación que ponga en peligro la integridad de los recursos.

Actividades

En primer término se realizarán visitas a las zonas principalmente a las que se encuentran bajo una mayor influencia externa debido a la buena accesibilidad y alto desarrollo socioeconómico a fin de verificar su estado.

Con respecto a la seguridad, se señalarán debidamente en cada zona las condiciones mínimas de seguridad a adoptar por parte de los visitantes para cada una de las zonas en especial las más visitadas.

Normativa

Las visitas se realizarán para saber si ha existido presencia ajena en el área. Esta actividad deberá ser realizada por un grupo de personas designadas previamente, y de detectar cualquier anomalía deberá comunicarlo de inmediato.

Programa de Ecoturismo y Recreación

El programa está orientado a aprovechar las bellezas naturales del área, ofreciendo a la comunidad la posibilidad de hacer visitas de esparcimiento y convivencia con la naturaleza.

Objetivos

- Identificar áreas específicas para el desarrollo de actividades ecoturísticas y de recreación.
- Establecer actividades orientadas al desarrollo ecoturístico y recreacional en las zonas competentes.
- Compatibilizar el uso ecoturístico y recreacional con los objetivos de conservación ambiental y los demás objetivos de manejo.
- Estimar la capacidad de carga de las diferentes áreas destinadas al uso ecoturístico y recreacional.
- Diseñar medios e instalaciones adecuadas para reducir el impacto ambiental del uso público y de las obras civiles destinadas al ecoturismo y recreación.

Actividades

Se deberán habilitar zonas para camping dentro de estas áreas, limpiando y diseñando los sitios y sus instalaciones, estacionamiento para vehículos, senderos interiores, puentes, cercos e instalar servicios básicos.

Se debería tomar como alternativa las actividades de pesca deportiva en los diferentes ríos. Para lo cual se los zonificará, estableciendo zonas de pesca con regulación del número de pescadores.

Es importante señalar que para el buen desarrollo de estas actividades se implementará un plan destinado a la recolección de basura, a través de convenios con autoridades e instituciones competentes.

Se mejorará la accesibilidad al área, mejorando las condiciones de los caminos, de tal forma de hacerlo transitable durante todo el año.

Normativa

La zona propuesta para camping contará con las condiciones ideales para ello, ya que debe poseer una belleza muy particular como la presencia de una caída de agua, bosque bien conservado y además presente una excelente accesibilidad.

Las zonas habilitadas para la pesca deberán contar con las condiciones mínimas de seguridad, además de tener una señalización adecuada y un control exhaustivo de la cantidad de pescadores y el número de presas que capturan.

Esta normativa está orientada a la conservación del recurso a través del tiempo. En el marco de la mantención de la belleza escénica y las condiciones higiénicas del lugar, se contempla para la recolección de basura el acceso al lugar de un recolector, el cual será solicitado a las instituciones y organizaciones competentes.

Programa de Educación Ambiental

Este programa se orienta a educar los pobladores y visitantes de tal forma que se nutran de las condiciones y características del lugar, los recursos existentes, las medidas que se toman para su conservación y además entregar experiencias y conocimientos acerca de las especies presentes.

Objetivos

- Desarrollar una mayor sensibilidad, apreciación y comprensión de los recursos y valores del área.
- Menor impacto ambiental en el área, debido a la mayor sensibilidad de los pobladores.

- Difusión y transferencia a nivel local y nacional acerca de la compatibilidad entre actividades de conservación y manejo.

Actividades

Cada área deberá tener sus atracciones identificadas y señalizadas para poner en contacto directo a los pobladores y visitantes con los recursos y valores del área. Como actividad complementaria también se propone la difusión de información general del lugar a través de paneles expositivos y documentos con mapas de ubicación que incluya las diferentes zonas con sus recursos, instalaciones, etc.

Se podrán realizar actividades propias de las instituciones educativas, tales como prácticas curriculares, clases prácticas y tesis de pre y post grado, a través de convenios, para la obtención de información no disponible al momento y necesaria para realizar estudios con mayor detalle.

Otra actividad de educación estará orientada a pequeños y medianos propietarios en especial de las zonas cercanas, los cuales podrán recibir capacitación y entrenamiento relacionado a actividades de manejo y producción.

Normativa

En las áreas que lo ameriten se señalarán los lugares de interés, mediante letreros que contendrán información de una situación particular (especie de flora, fauna, suelos, entre otras), y la cual será lo más acotada posible.

Se procurará una transferencia tecnológica entre los actores principales de los programas y los habitantes de las zonas, a fin, de que estos aprendan acerca de las técnicas agroproductivas a aplicar en las situaciones particulares. La idea es que cada propietario pueda aplicar lo aprendido.

Programa de Investigación

Este programa intenta dar cabida a estudios e investigaciones que se pretendan realizar en el área.

Objetivos

- Desarrollar y validar metodologías orientadas a la valorización de los servicios ambientales derivados de los páramos y bosques nativos.
- Desarrollo de investigación científica en ecología, silvicultura de los bosques naturales y experimentación en plantación con especies nativas.
- Desarrollar metodologías para el monitoreo ambiental.
- Diseño de sistemas silviculturales.
- Desarrollo de estudios socio-económicos sobre la importancia de los recursos naturales para las comunidades.
- Desarrollo de metodologías para el manejo de las áreas silvestres.
- Desarrollo de criterios e indicadores para la certificación forestal del manejo del Bosque Nativo para la producción de diversos bienes y servicios.
- Posibilitar el desarrollo e identificar nuevas investigaciones que permitan destacar aún más los recursos.
- Identificar investigaciones y estudios necesarios para potenciar la conservación y manejo.

Actividades

Con dicho propósito se otorgarán facilidades para los investigadores, de tal forma de hacer del área un lugar destinado al desarrollo del conocimiento científico, cuidando siempre de no alterar el funcionamiento natural de los bosques y comunidades existentes.

Mediante los canales de difusión como páginas web, boletines y publicaciones, se darán a conocer las investigaciones realizadas hasta el momento, mostrando además el potencial investigativo que posee el área en diferentes disciplinas.

Por otra parte, se deben priorizar investigaciones que realcen las particularidades del área como estudios de fauna nativa y exótica, especies de la vegetación nativa y estado de conservación.

Es importante señalar la necesidad de efectuar además estudios relacionados con la potencialidad de los productos forestales no madereros, fluctuaciones de temperaturas, ciclos hidrológicos, niveles de regeneración de especies arbóreas.

Normativa

Para desarrollar investigaciones que puedan tener un cierto impacto es necesario tener en cuenta la zona en la cual se realizará. De acuerdo a esto las zonas que presentan mayores restricciones debido a su estado actual de conservación serán las zonas críticas.

Programa de Manejo de Recursos

El plan de manejo tiene además contemplado actividades que significarán retornos económicos. Estas actividades se realizarán de forma tal que no signifiquen una alteración al medio ni que se pongan en riesgo los recursos presentes, es por esta razón que se definirá debidamente las actividades que se realizarán, su intensidad y localización.

Objetivos

- Definir los sectores donde se realizarán actividades extractivas.
- Caracterizar las actividades de carácter extractivo.
- Determinar las acciones necesarias para la restauración de ambientes que han sufrido alteración.

Actividades

El programa de manejo de recursos se desarrollará principalmente en las zonas productivas. En forma más marginal también existirán actividades en las zonas críticas. La utilización de los recursos hídricos del lugar es otra de las actividades que se considera aprovechar. En este sentido, en términos generales se propone evaluar la creación de un sistema de aprovechamiento hídrico.

Zona de Recuperación

En esta zona las actividades estarán orientadas a recuperar las condiciones naturales de la vegetación. Mediante enriquecimiento con especies nativas a fin de favorecer la regeneración natural se pretende recuperar las condiciones naturales de la zona, todo esto bajo un acucioso estudio caso a caso de las diferentes situaciones.

Programa de Administración

Este programa está destinado a llevar de forma ordenada y eficiente la administración en cuanto a personal, organización e infraestructura necesaria para un óptimo funcionamiento de cada actividad presentada en el plan de manejo.

Objetivos

- Definir los requerimientos de personal, y su organización a fin de administrar y mantener adecuadamente el área.
- Identificar las necesidades de infraestructura y equipamiento para la administración y funcionamiento.

Actividades

En la medida que se vayan implementando cada uno de los programas las necesidades de personal irán en aumento, pero eso sólo estará supeditado al desarrollo de cada programa.

Sin embargo, una necesidad urgente será la presencia de una organización determinada por las autoridades e instituciones afines del área, destinada exclusivamente a la administración y que pudiera coordinar cada una de las actividades que se desarrollen.

Programa de Monitoreo y Evaluación de la Gestión

Este programa cumplirá con la misión de mantener un control de las actividades que se estén realizando, evaluará los cambios que se pudiesen provocar en el medio por la realización de alguna actividad y además evaluará la gestión administrativa del lugar.

Objetivos

- Evaluar los cambios y procesos que se desarrollan en los ecosistemas del área producto de la implementación de los programas de manejo.
- Evaluar la gestión administrativa y financiera del área.

Actividades

La creación de parcelas permanentes constituirá la base para el monitoreo de la vegetación del área. A través de estudios de la fauna presente, los cuales incluirán las especies presentes y su densidad. Con esta información se buscarán las especies indicadoras para el monitoreo de la fauna.

En lo que se refiere al monitoreo del recurso agua, se deberán realizar análisis físicos, químicos, morfométricos y biológicos.

Para la evaluación de la gestión administrativa y financiera se diseñará un programa, el cual incluirá el personal, equipamiento, uso público, relaciones con la comunidad y evaluación económica financiera.

Programa de Participación Ciudadana

Entre los objetivos del proyecto está la integración de las comunidades aledañas, con las cuales se compartirán experiencias, a través de visitas y las actividades que se estén realizando, además se pretende crear vínculos con las autoridades de tal forma que se sientan partícipes del proyecto y comprometan su apoyo.

Objetivos

- Estimular la integración de las comunidades y propietarios mediante el desarrollo en conjunto de actividades.
- Desarrollar actividades competentes al manejo del área y que atraigan el interés de las comunidades y propietarios de la zona.
- Establecer mecanismos para la creación de vínculos con autoridades comunales.

Actividades

Las necesidades actuales que presentan las comunidades representan el accionar más inmediato en el cual se puede actuar. En este sentido, el apoyo o asesoría técnica para que puedan postular a proyectos de desarrollo propio es una alternativa bastante viable por las capacidades científicas y tecnológicas presentes en el área.

Desarrollar propuestas en las que puedan verse beneficiadas las comunidades y también los recursos.

El desarrollo de actividades turísticas puede constituir una forma de participación de la comunidad a través de la capacitación de guías. Además, del establecimiento de centros de abastecimiento básicos que ellos administren.

Se propone realizar capacitación y entrenamiento en actividades productivas que se desarrollen, dirigidas exclusivamente a la comunidad para que éstas puedan aplicarlo en sus propios territorios.

La implementación de los programas de manejo traerá consigo la generación de mano de obra, la cual necesariamente deberá enfocarse a la gente de la comunidad.

La creación de vínculos con autoridades comunales se hará en primer lugar a través de reuniones en las que se entregue información respecto al plan de actividades que se pretende realizar. Otra forma de estrechar las relaciones es mediante la invitación a participar de charlas.

CAPITULO 8

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES

La superficie del área de estudio no responde a divisiones políticas, representa el 10.02% de la superficie total de la provincia de Pichincha y el 1% de la provincia de Cotopaxi. Ocupa en superficie el 51.25% del cantón Mejía, el 10.05% del Distrito Metropolitano de Quito y el total del Cantón Rumiñahui.

El área de estudio tiene un área aproximada de 133841 Has, el 18.77% corresponde a Áreas Protegidas, de éste el 31.84% es de la Reserva Ecológica Los Illinizas, el 2.50% al Refugio de Vida Silvestre Pasochoa, el 63.57% al Parque Nacional Cotopaxi y el 2.09% al Área Nacional de Recreación El Boliche. Las mismas que deben ser preservadas por haber sido declaradas como reservas.

Los datos de caudales son limitados, debido a la escasez de estaciones de aforo y a su funcionamiento esporádico. Además estas estaciones no recogen datos de sedimentos que son muy importantes para establecer la cantidad de suelo que se pierde debido a la erosión.

El parámetro de los sedimentos del diagnostico se debe considerar como un valor referencial, ya que este fue tomado únicamente en puntos específicos y una vez en cada época del año.

El diagnóstico físico conservacionista es un instrumento útil para obtener una idea general y clara de lo que ocurre en la zona de estudio, ya que analizando 8 parámetros se determina un valor de susceptibilidad a la erosión de cada una de las microcuencas, permitiendo establecer prioridades para la aplicación de diferentes programas y actividades propuestos en el plan de manejo.

En cuanto al resultado del diagnóstico físico conservacionista las microcuencas que poseen menor valor son la microcuenca Guapal y la microcuenca Río Pita (Subcuenca Pita) con un valor de 11 lo que representa el 9.4% de susceptibilidad a la erosión. La microcuenca San Ana (Subcuenca San Pedro) es la que tiene el valor más elevado, con 22 que representa el 43.8% de susceptibilidad a la erosión.

De acuerdo al estudio de cobertura vegetal y uso actual del suelo, se desprende que las subcuencas, se encuentran ocupadas principalmente por vegetación de páramo ya que representa el 36.7% en un 3.6% por cultivos y el por sin asociaciones que es la cobertura predominante.

Como resultado del análisis de las capacidades de la tierra de acuerdo a parámetros físicos de los suelos, se determinaron ocho zonas, las mismas que están definidas en relación a la sustentabilidad de los recursos disponibles. El 14.2% de estas zonas corresponden a tierras apropiadas para vegetación natural y vida silvestre, el 32.8% a tierras apropiadas para vegetación permanente y el 14.2% a tierras apropiadas para cultivos.

En las subcuencas se determinó que el 34.7% del área está subutilizada, 13.5% sobre-utilizada el y 7.1% mal utilizada, representando que el 55.3% son áreas con conflictos, es decir, no existe relación entre el uso que se da a la tierra, con las capacidades de las mismas. Por otro lado el 32.4%, equivalente a 43373.45 Has, se encuentra con uso adecuado y el 12.3% restante corresponde a un conflicto inexistente tales como zonas urbanas, lagunas y afloramientos rocosos.

La concentración de la población se produce en los sectores donde disponen de mayores servicios e infraestructura, constituyéndose las vías como el eje principal

de crecimiento y aglomeración de los actores sociales, una muestra de esto representa la parroquia de Sangolquí con 71.650 habitantes y su densidad de 1274 hab /km².

Producto de la síntesis socioeconómica, el área de estudio se encuentra dividida en cinco zonas, las mismas que varían desde muy bajo desarrollo a muy alto desarrollo de acuerdo a la cantidad de infraestructura de educación y salud, independientemente de poseer potencial agrícola, ganadero, forestal y/o turístico.

El mapa de densidad de población, cruzado con el de áreas de protección, nos permite conocer, cómo los actores sociales ejercen presión sobre las áreas de protección y reserva, adicionalmente si se cruza con otros mapas, como por ejemplo los de infraestructura de salud y educación, se determina las necesidades y falencias de planificación y equipamiento que cada una de las parroquias demanda.

Las concentraciones de servicios e infraestructura que ocurre en la parroquia de Sangolquí, han dado lugar a los fenómenos de migración del campo a la ciudad, sobre todo personas jóvenes y campesinos sin tierra; esta migración indiscriminada y la falta de planificación en el área urbana, ha creado zonas pobres.

La zonificación ecológica económica de las subcuencas del río Pita y del río San Pedro, permitirá establecer áreas críticas donde se requiere un manejo urgente. Esta zonificación ha considerado dentro de su metodología, parámetros económicos y sociales, en razón de que son las necesidades de la población las que impulsan una planificación.

Debido a la escala del trabajo, al tiempo de ejecución y a los insumos requeridos para el desarrollo del presente proyecto, que fueron datos secundarios no se llegó a incluir en este estudio, las distintas propuestas de los agentes sociales que intervienen en el territorio.

Los conflictos que fueron analizados son de las actividades productivas más relevantes como son las agropecuarias y forestales. En esto se destaca que no se han analizado los problemas de tipo puntual y local.

La zonificación ecológica socioeconómica es un análisis integrado de criterios físicos, bióticos y socioeconómicos, siguiendo un enfoque cartográfico basado en la superposición de mapas de acuerdo a modelamientos cartográficos preestablecidos utilizando como herramienta un sistema de información geográfica.

La zonificación ecológica y socioeconómica se realizó basándonos en la zonificación ecológica económica de la provincia de esmeraldas, modificándola de acuerdo a la información disponible y a objetivos determinados para la propuesta del plan de manejo de cuencas.

Este estudio es un instrumento técnico de gestión que debe ser considerado como la base para obtener un desarrollo sustentable de la zona de estudio.

RECOMENDACIONES

Incrementar la red de estaciones hidrométricas y que, en las existentes, se mejore su operación y mantenimiento, con la finalidad de monitorear el balance hídrico de las diferentes microcuencas hidrográficas. Una vez que se cuente con información hidrométrica confiable, será fácil la aplicación de programas de control de calidad del agua.

Determinar todos y cada uno de los servicios turísticos existentes en la zona de estudio y localizarlos puntualmente, esto se lo debe realizar mediante la utilización de un Sistema de Posicionamiento Global.

Contar con información actualizada con la finalidad de conocer las áreas turísticas desarrolladas y/o en proceso de desarrollo. Así también contar con un centro de información turística que permita a turistas nacionales y extranjeros, acceder a los sitios de interés turístico, de recreación, ecológica y/o de investigación.

Poner en ejecución los planes de manejo de las reservas que disponen, con la finalidad de conservar las reservas ecológicas y forestales, caso contrario elaborarlos de manera prioritaria.

Aprovechar de una manera racional y sustentable la riqueza y el potencial turístico, agrícola, ganadero y forestal, que presentan las dos subcuencas, para que no se produzca conflictos sociales, económicos y ambientales.

Planificar el uso de las tierras determinadas como conflictivas, que corresponden a las mal utilizadas, sobre-utilizadas y subutilizadas dando énfasis a la variable socioeconómica, en virtud de que son los actores sociales, los que sienten la necesidad de un cambio en el aprovechamiento de sus recursos para impedir cambios no deseados.

Considerar que el recurso agua es un recurso agotable por lo tanto comenzar a preocuparnos de cómo mantenerlo. Por consiguiente se recomienda determinar el balance hídrico de las subcuencas.

Considerar también los problemas de tipo local y puntual para futuros estudios. La escala recomendada para los trabajos debe ser de acuerdo a su extensión.

SIGLAS

CAMAREN	Capacitación en el Manejo de Recursos Naturales
CIDIAT	Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras
CLIRSEN	Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos
CNRH	Consejo Nacional de Recursos Hídricos
DGGM	Dirección General de Geología y Minas
DINAREN	Dirección Nacional de Recurso naturales y ordenamiento Rural
ESPE	Escuela Politécnica del Ejército
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
IGM	Instituto Geográfico Militar Ecuador
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INAMHI	Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología
INEFAN	Instituto Nacional Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre
INERHI	Instituto Nacional Ecuatoriano de Recursos Hídricos
INFOPLAN	Atlas para el desarrollo local del la oficina de planificación
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ecuador
PROMACH	Programa de Manejo de Cuencas Hidrográficas
SIICE	Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador
SIG	Sistema de Información Geográfica
SNAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
UNDRO	Oficina de la Naciones Unidas para la Atención de Desastres
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
ZEE	Zonificación Ecológica Económica

REFERENCIAS

- AGUILAR, M. CHONTASI. R, MEDINA. G, 2000. El Ecosistema Páramo y su Conservación, CAMAREN / IEDECA.
- ALMEIDA, A. MEDINA, G. Versión 1982 (EX INERHI) Versión 1997 CNRH- 1998 División hidrográfica del Ecuador para la Administración del Agua.
- ANDRADE, M. MORALES, G. Guía de Análisis elaboración y Ejecución de planes de Manejo de Paramos, CAMAREN / EIDECA.
- BALDOCK, J.W. 1982. Geology of Ecuador. Explanatory Bulletin of the Nacional Geological Map of the Republic of Ecuador.
- CAÑADAS, L. 1983. El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador. MAG-PRONAREC, Quito.
- CIDIAT, 1984. Diagnóstico Físico Conservacionista en Cuencas Hidrográficas. Merida, Venezuela.
- CNRH, 2002. División Hidrográfica del Ecuador. Quito, Ecuador.
- CORPONARIÑO, 1995. Diagnostico Cuenca Hidrográfica Binacional del Río Carchi- Guaitara, Ipiales.
- FAO, 1992. Manual de Campo para la Ordenación de Cuencas Hidrográficas. Roma, Italia.
- MAGUIRE, D. 1990. Geographic Information Systems. New York, USA.
- GUEVARA, E. 1997. Manejo Integrado de Cuencas, Documento de Referencia para los países de América Latina. Santiago de Chile.
- GONZALEZ, A. 1996. Zonificación Ecológica Económica de la Región Amazónica Ecuatoriana. Quito, Ecuador.
- HENAO, S. 1988. Introducción al Manejo de Cuencas Hidrográficas. Bogotá, Colombia.
- HERNÁNDEZ, R. FERNÁNDEZ. C, Baptista. P, 1991. Metodología de la investigación. McGraw-Hill.
- PROYECTO PÁRAMO 2001, Conozcamos algunos conceptos ecológicos, sociales y de manejo del Páramo. (Memorias del Taller " La diversidad socio ecológica de los Páramos del Ecuador"). No Publicado.

SIERRA, R., CAMPOS, F., CHMBERLIN, J. 1999. Áreas Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad en el Ecuador Continental. INDUGRAF Quito, Ecuador.

SIERRA, R. 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y Ecociencia. Quito, Ecuador

TECNOMA. 1999. Manual de Formulación, Evaluación y Seguimiento Ambiental de Pequeños Proyectos de Riego. Banco Interamericano de Desarrollo;

VASQUEZ, A. 1998. Manejo de Cuencas Altoandinas, Universidad Nacional Agraria la Molina, Perú.

WEST, L. 1996. Análisis de Amenazas a las Áreas Protegidas. Unidad Técnica Regional - Ecuador, The Nature Conservancy. 1996.

PAGINAS WEB

www.rlc.fao.org/proyecto/139jpn/document/3dctos/3%20referen/1%20ET/Uruguay.pdf

www.oas.org/usde/publications/Unit/oea50s/ch06.htm

www.uky.edu/WaterResources/Watershed/KRBMP/MPcover.pdf

www.uwsp.edu/geo/faculty/ritter/geoq101/textbook/fluvial_systems

www.rlc.fao.org/proyecto/gcp/rla/126/jpn/Metod_Proyecto.htm

www.wfdireland.ie/body_wfd.htm

www.qanet.org/dnr/environ/plans_files/plans/satilla-pdf/satilla.pdf

www.dnr.state.ga.us/dnr/environ/gaenviron_files/watrqual_files/305b00_02.pdf

www.sepa.org.uk/pdf/consultation/closed/rbmp_strategy/rbmp_strategy.pdf

www.dnr.state.ga.us/dnr/environ/gaenviron_files/watrqual_files/305b00_02.pdf

www.ucowr.siu.edu/updates/pdf/V97_A3.pdf

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Aptitud de la Tierra: Definir la conveniencia de un tipo dado de tierra para un uso determinado.

Asociación: Tipo de comunidad vegetal que posee unas determinadas cualidades mesológicas, una precisa jurisdicción geográfica, así como una combinación propia de especies características diferenciales, estadísticamente fieles a determinadas residencias ecológicas de un hábitat concreto, correspondiente a una etapa vegetacional estructuralmente estable en el proceso de la sucesión.

Capacidad de uso de la Tierra: Determinación de uso según un conjunto de parámetros característicos de la tierra. Tiene como objetivo primordial evitar la degradación del suelo.

Clima: Síntesis estadística de los meteoros atmosféricos de un territorio acaecidos durante un largo período de tiempo (20-30 años). Los datos meteorológicos más utilizados en bioclimatología son la temperatura y la precipitación; en menor medida la humedad relativa, el viento, etc.

Conservación: Mantener o cuidar su permanencia.

Ecología: Ciencia de los ecosistemas, es decir, de las biocenosis y su ecofunción, en consecuencia se interesa por las interacciones de los organismos entre sí, las comunidades que constituyen, el ambiente donde se integran (hábitat), el espacio que ocupan (biótomo), así como su regulación respecto al medio en que se hallan en la biosfera (ecofunción).

Ecosistema: Un ecosistema no es más que una porción de la superficie del planeta, de cualquier magnitud, conformada por elementos vivos y no vivos ligados por una red de relaciones biofísicas de interdependencia.

Gestión: Acciones, políticas, técnicas, legales y administrativas orientadas a lograr un mejor manejo de recursos, territorios y actividades dentro de un ámbito geográfico - administrativo determinado.

Medio: Suma de factores que integran una unidad de lugar. Hay que distinguir entre medio geográfico, en cuanto físico, que trata de la configuración del lugar y el medio antropógena, que sería el profundamente modificado por el hombre y sus actividades.

Morfometría: Caracterización cuantitativa de las formas del terreno.

Plan: Instrumento diseñado para alcanzar determinados objetivos, en el que se definen en espacio y tiempo los medios utilizables para lograrlos. En el que se contemplan en forma ordenada y coherente las metas, estrategias, políticas y tácticas, así como los instrumentos y acciones que se utilizarán para llegar a los fines deseados. Es dinámico sujeto a modificaciones en sus componentes, en función de la periódica evaluación de sus resultados.

Protección: Amparar, defender, resguardar de un posible daño o peligro.

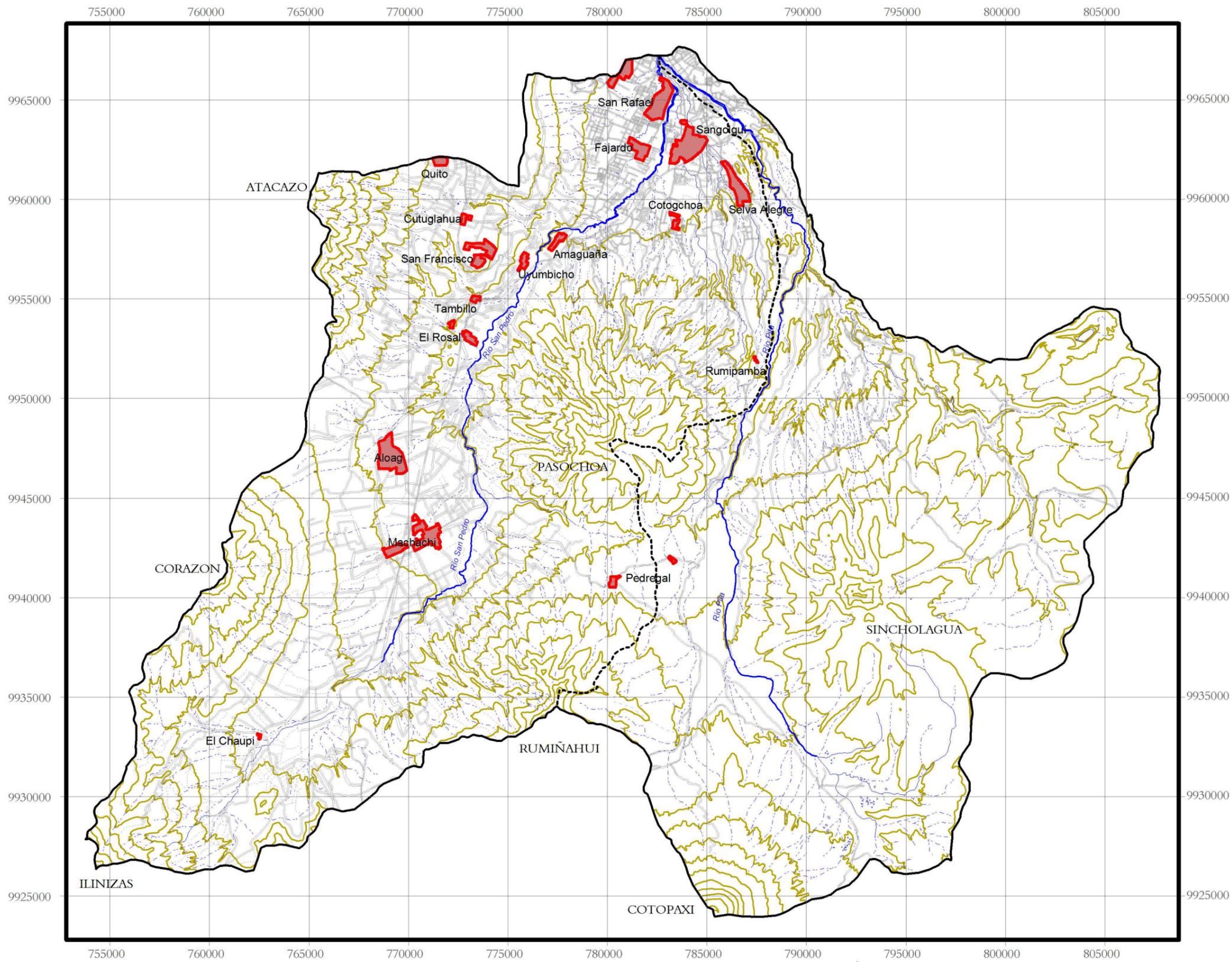
Restauración: Recuperar, reparar, recobrar, poner en el estado que tenía antes.

Sistema: Conjunto de métodos, programas, procesos que siguen un objetivo o fin.

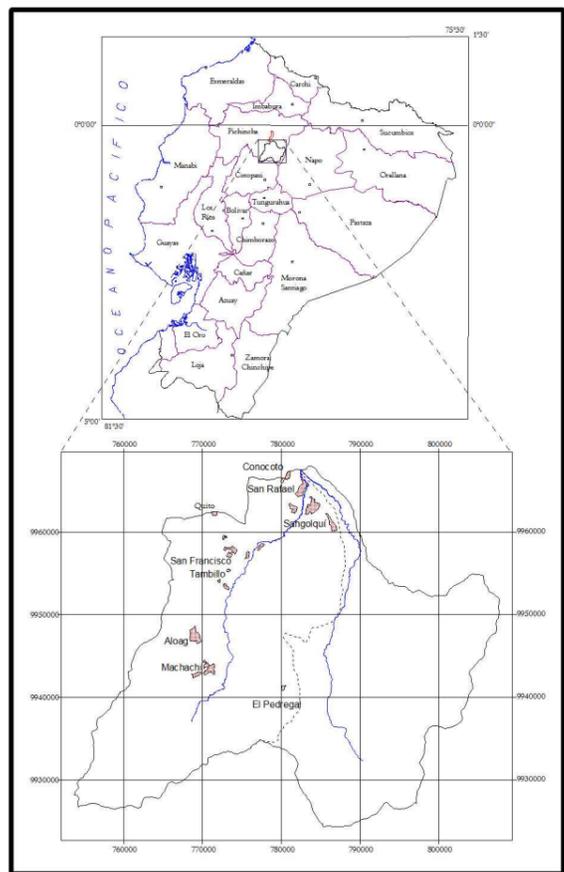
Territorio: se define como el espacio apropiado por un grupo humano para su reproducción física, social y cultural. Está constituido por un espacio natural en el cual una sociedad pone en práctica sus conocimientos, ideas y valores, en interacción con los componentes físicos, produciendo un orden material y simbólico de acuerdo a sus formas de organización sociopolítica, cultural y económica.

Zonificación: Subdivisión de un área geográfica, país, región, etc. en sectores homogéneos con respecto a ciertos criterios.

ANEXO A.1 : MAPA BASE



MAPA DE UBICACION



SIMBOLOGÍA

	Area de estudio		Camino de herradura
	Centros Poblados		Camino de verano
	Limite Subcuencas		Sendero o vereda
	Ríos Principales		Curvas de nivel primarias
	Carretera pavimentada una o más vías		
	Carretera sin pavimentar una o más vías		

ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DE LAS
SUBCUENCAS DE LOS RIOS PITA Y SAN PEDRO

CONTIENE:

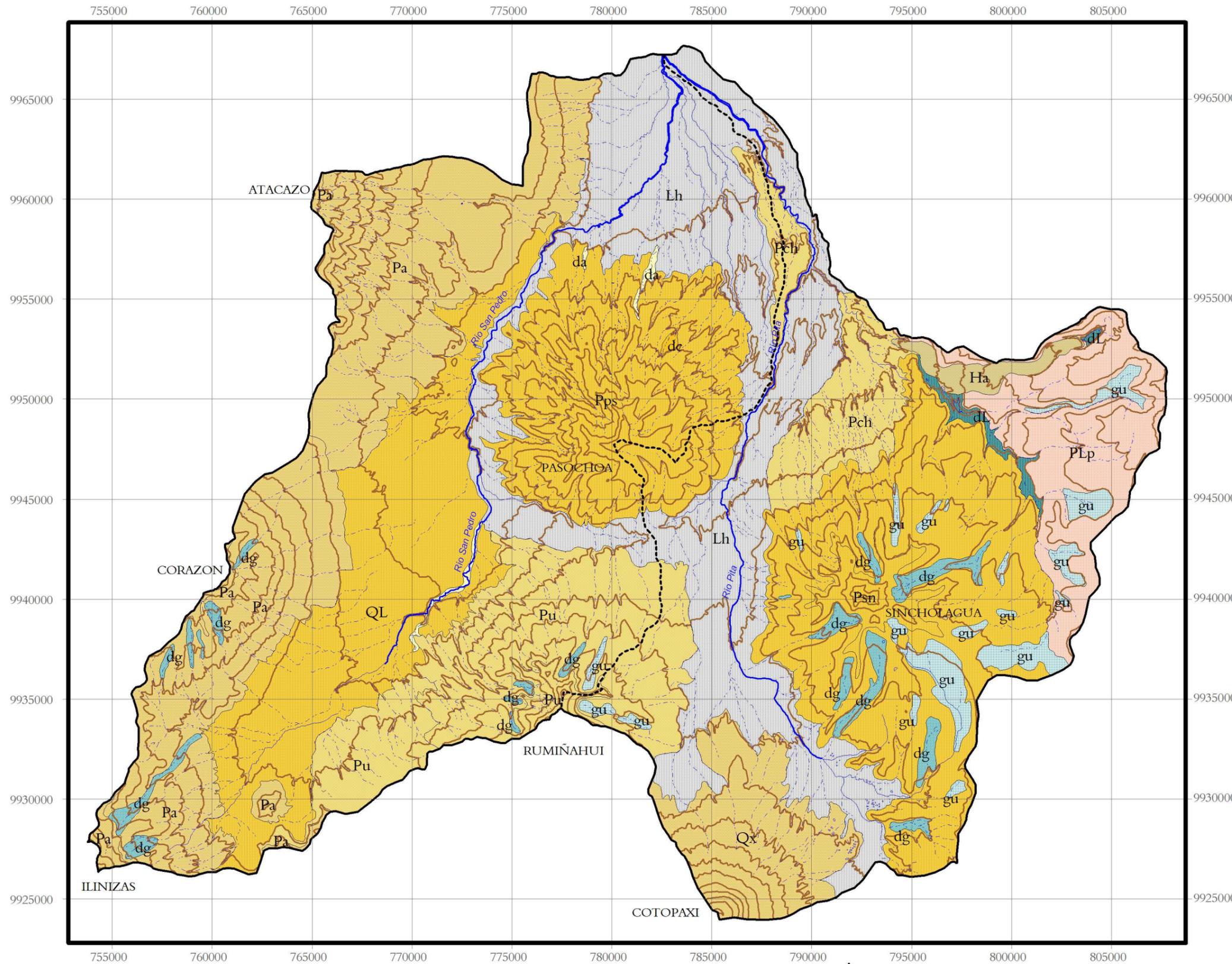
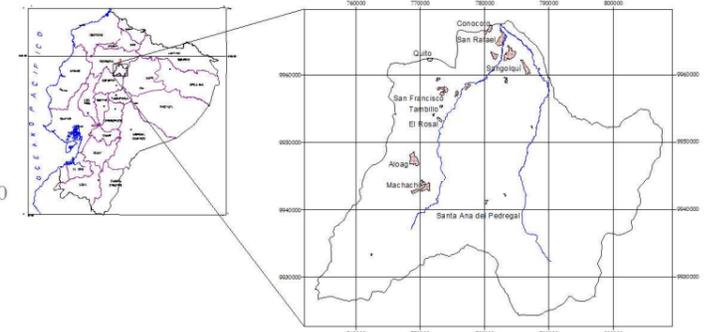
MAPA BASE

ELBORADO POR: DIANA HERNÁNDEZ C. DANIEL LARA B.	REVISADO POR: ING. GUILLERMO BELTRAN ING. ALFONSO TIERRA
CON BASE EN: CARTAS TOPOGRÁFICAS (I.G.M)	FECHA: ESCALA: 1 : 50.000

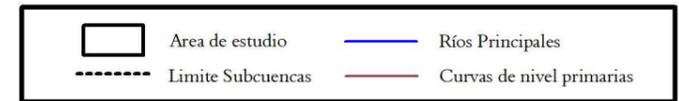


ANEXO A.2 : MAPA GEOLÓGICO

MAPA DE UBICACION



SIMBOLOGÍA



LEYENDA

da	Depósito aluvial: Arenas
dc	Depósito Coluvial: Arenisca
dg	Depósito glaciár: Tillita
dl	Depósito Lagunar: Arenas
gu	Depósito fluvio glaciár: Arenas
Ha	Flujo de lava
Lh	Lahar: Andesita - Basalto
Pa	Volcánicos del Atacazo, Corazón e Ilinizas: Andesita
Pch	Sedimentos Chiche: Conglomerados, arenas, ceniza, tobas.
PLp	Formación Pisayambo: Andesita - Basalto
Pps	Volcánicos Pasochoa: Andesitas piroxénicas - Dasitas
Pu	Volcánicos Rumiñahui: Andesitas piroxénicas, basaltos
QL	Depósito lagunar de ceniza
Qx	Volcánicos Cotopaxi: Brechas, tobas, conglomerados, pómez
Psn	Volcánicos Sincholagua: Andesita piroxénica - Basalto feldespático



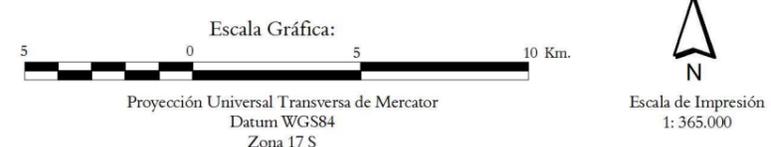
ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DE LAS
SUBCUENCAS DE LOS RIOS PITA Y SAN PEDRO

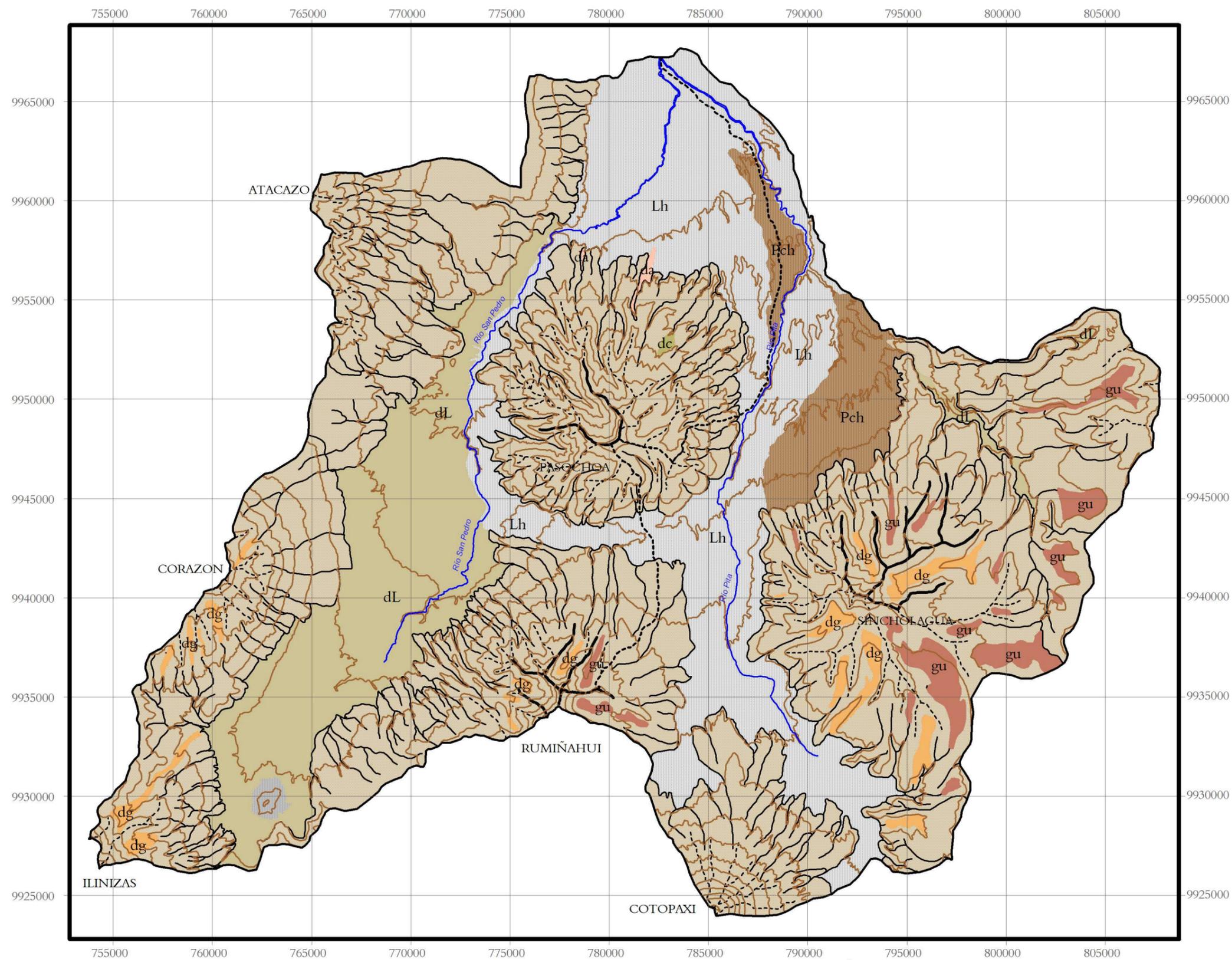
CONTIENE:

MAPA GEOLÓGICO

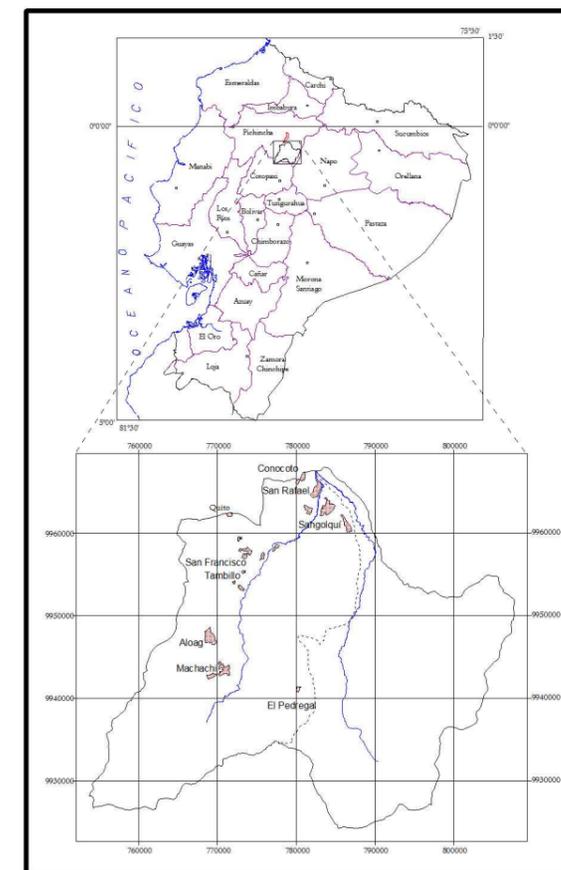
ELBORADO POR: DIANA HERNÁNDEZ C. DANIEL LARA B.	REVISADO POR: ING. GUILLERMO BELTRAN ING. ALFONSO TIERRA
CON BASE EN: MAPA GEOLÓGICO DEL ECUADOR (I.G.M, 1980)	FECHA: ESCALA: 1 : 50.000



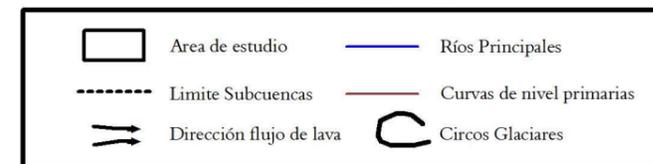
ANEXO A.3 : MAPA GEOMORFOLÓGICO



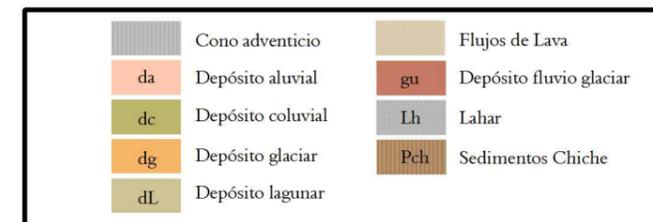
MAPA DE UBICACION



SIMBOLOGÍA



LEYENDA



ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

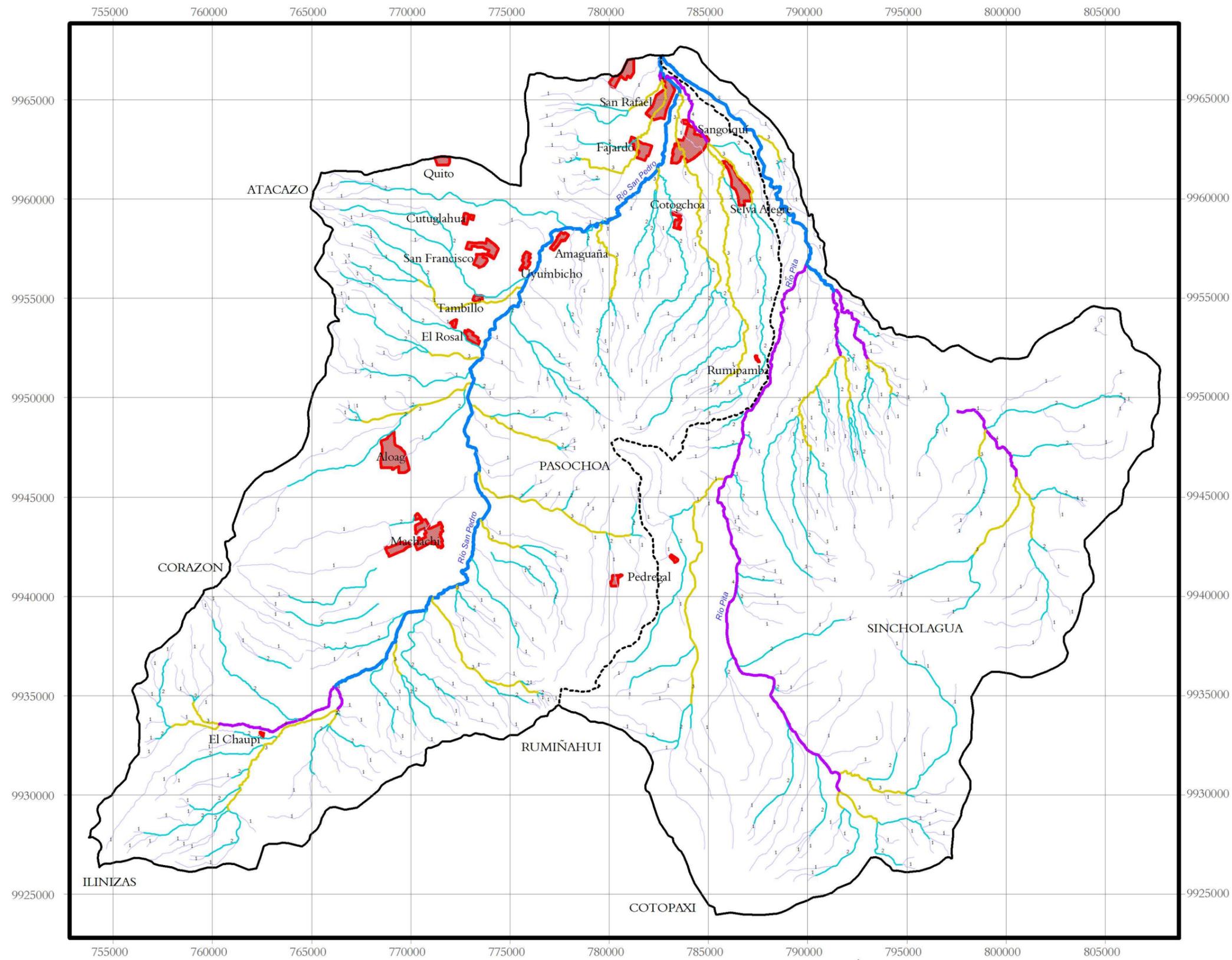
PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DE LAS
 SUBCUENCAS DE LOS RIOS PITA Y SAN PEDRO

CONTIENE:
MAPA GEOMORFOLÓGICO

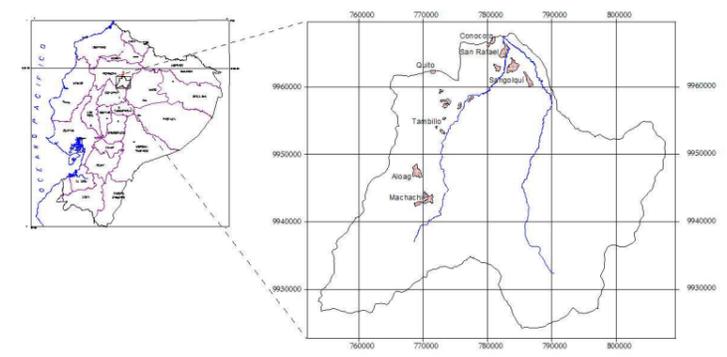
ELBORADO POR: DIANA HERNÁNDEZ C. DANIEL LARA B.	REVISADO POR: ING. GUILLERMO BELTRAN ING. ALFONSO TIERRA
CON BASE EN: MAPA GEOLÓGICO DEL ECUADOR (I.G.M, 1980)	FECHA: ESCALA: 1 : 50.000



ANEXO A.4 : MAPA DE DENSIDAD DE DRENAJE



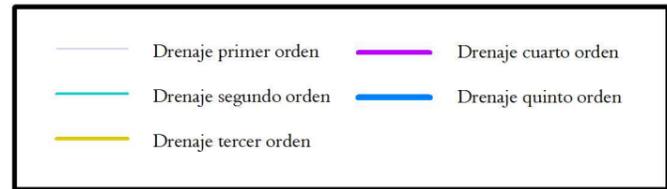
MAPA DE UBICACION



SIMBOLOGÍA



LEYENDA



CUADRO RESUMEN

S. Río San Pedro			S. Río Pita		
Tipo	Número	Longitud	Tipo	Número	Longitud
Orden 1:	309	540.545 Km.	Orden 1:	203	540.545 Km.
Orden 2:	144	276.686 Km.	Orden 2:	73	276.686 Km.
Orden 3:	43	108.149 Km.	Orden 3:	17	108.149 Km.
Orden 4:	5	13.922 Km.	Orden 4:	6	13.922 Km.
Orden 5:	4	46.209 Km.	Orden 5:	3	46.209 Km.



ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DE LAS
SUBCUENCAS DE LOS RIOS PITA Y SAN PEDRO

CONTIENE: MAPA DE DENSIDAD DE DRENAJE

ELBORADO POR:
DIANA HERNÁNDEZ C.
DANIEL LARA B.

REVISADO POR:
ING. GUILLERMO BELTRAN
ING. ALFONSO TIERRA

CON BASE EN:
CARTAS TOPOGRÁFICAS
(I.G.M)

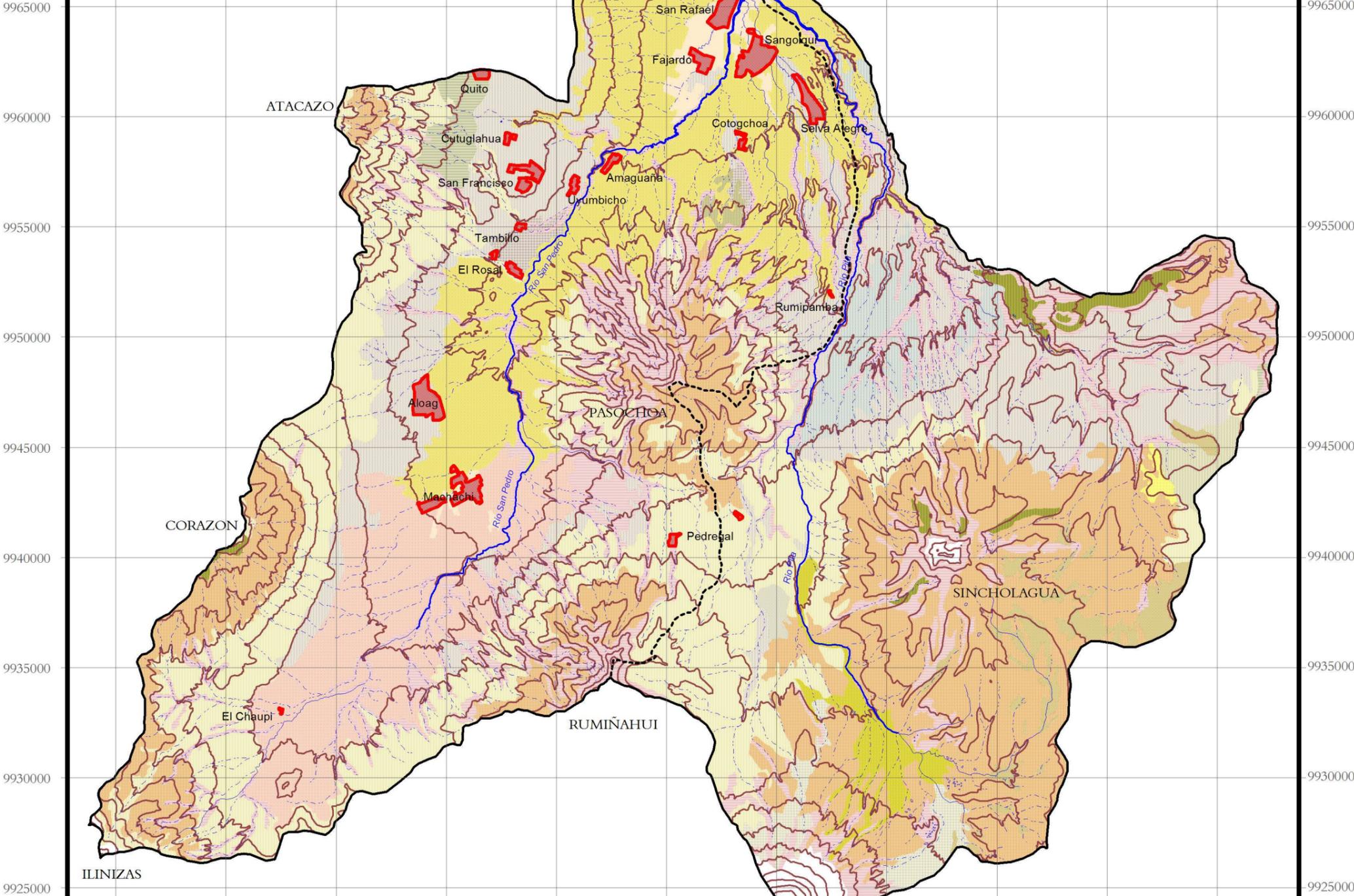
FECHA:
ESCALA: 1 : 50.000



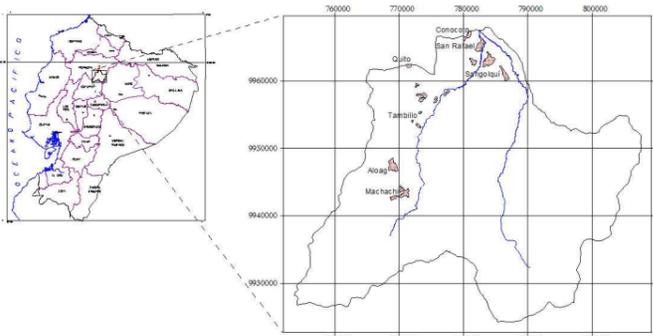
Escala de Impresión
1: 365.000

ANEXO A.5 : MAPA DE SUELOS

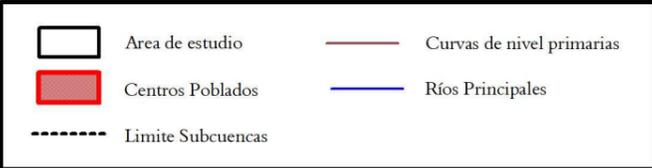
755000 760000 765000 770000 775000 780000 785000 790000 795000 800000 805000



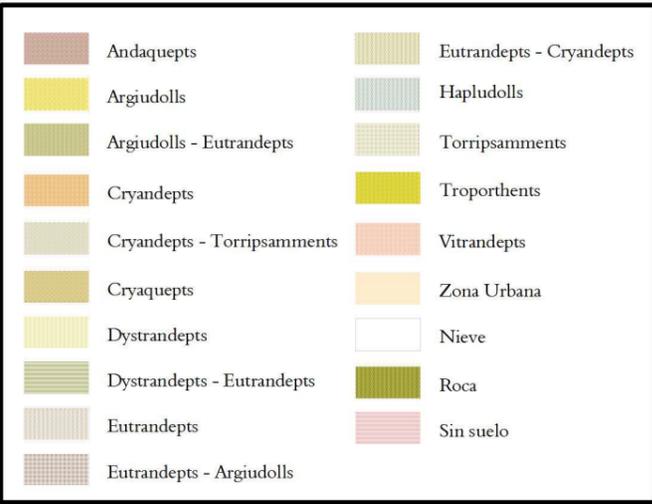
MAPA DE UBICACION



SIMBOLOGÍA



LEYENDA



755000 760000 765000 770000 775000 780000 785000 790000 795000 800000 805000



Proyección Universal Transversa de Mercator
Datum WGS84
Zona 17 S



Escala de Impresión
1: 365.000



ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DE LAS
SUBCUENCAS DE LOS RIOS PITA Y SAN PEDRO

CONTIENE:

MAPA DE SUELOS

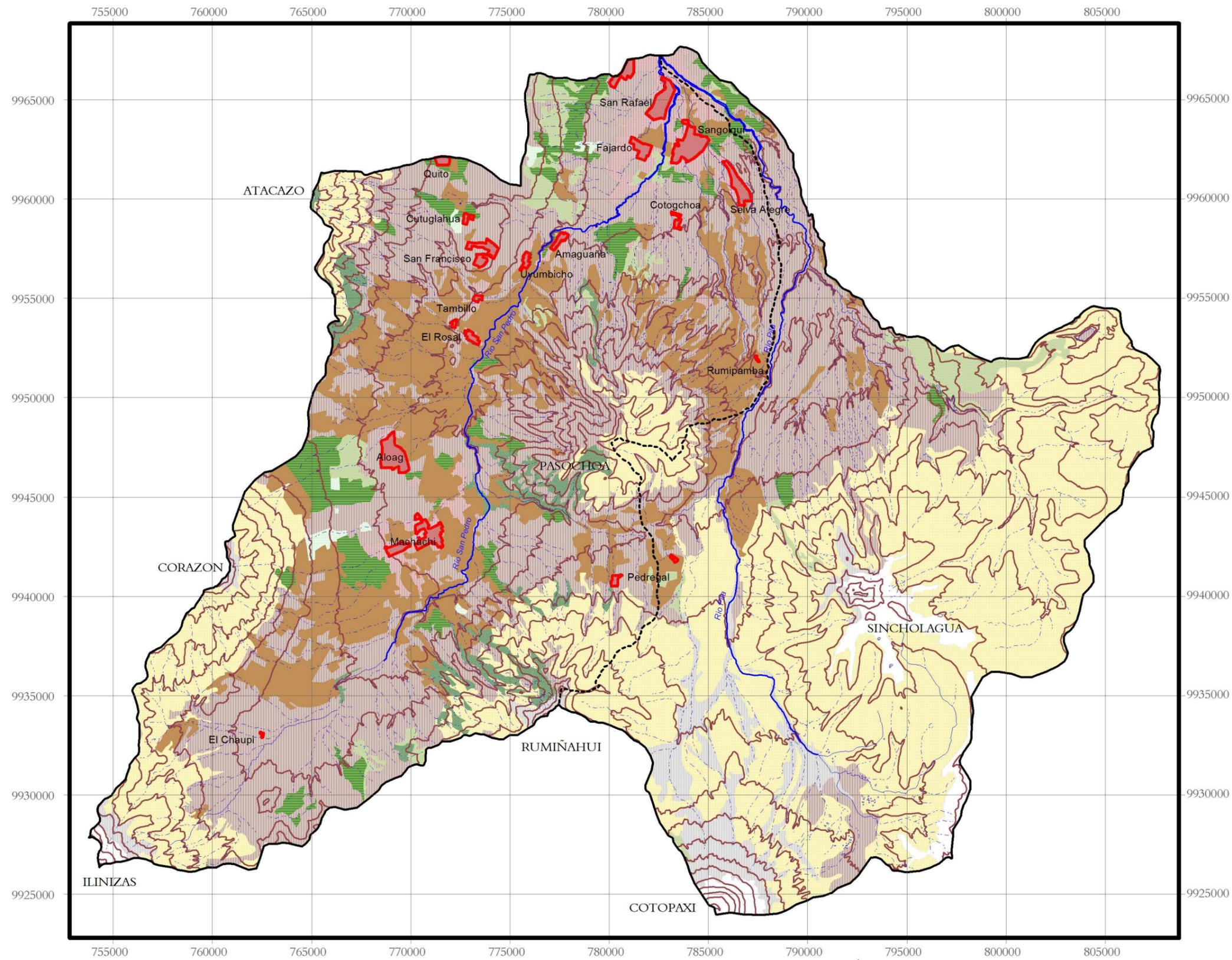
ELBORADO POR:
DIANA HERNÁNDEZ C.
DANIEL LARA B.

REVISADO POR:
ING. GUILLERMO BELTRAN
ING. ALFONSO TIERRA

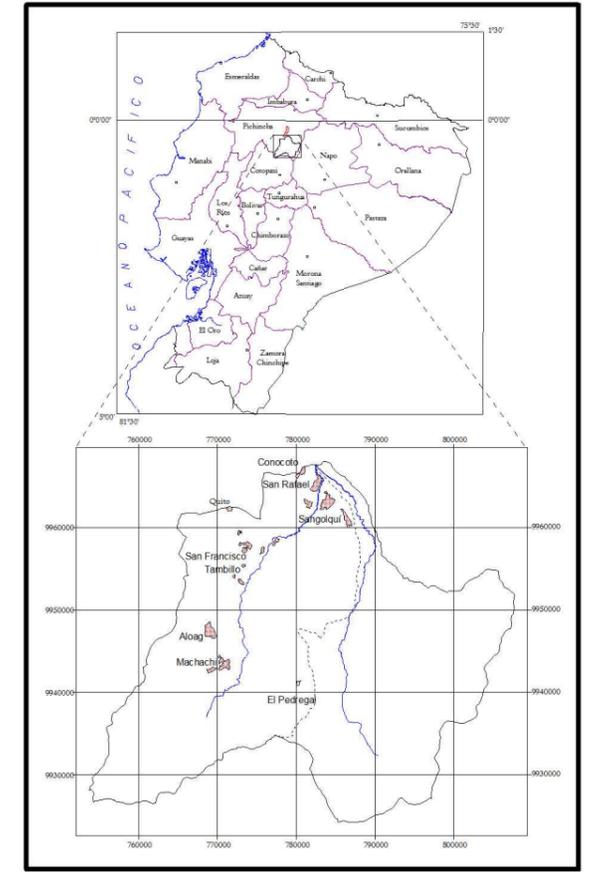
CON BASE EN:
MAPA DE SUELOS
DEL ECUADOR (DINAREN)

FECHA:
ESCALA: 1 : 50.000

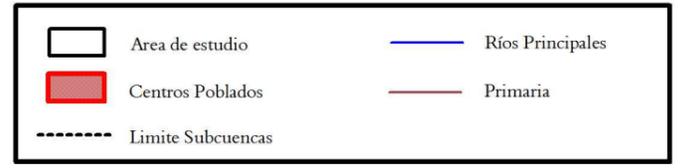
ANEXO A.6 : MAPA DE USO ACTUAL Y CBERTURA VEGETAL



MAPA DE UBICACION



SIMBOLOGÍA



LEYENDA



ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

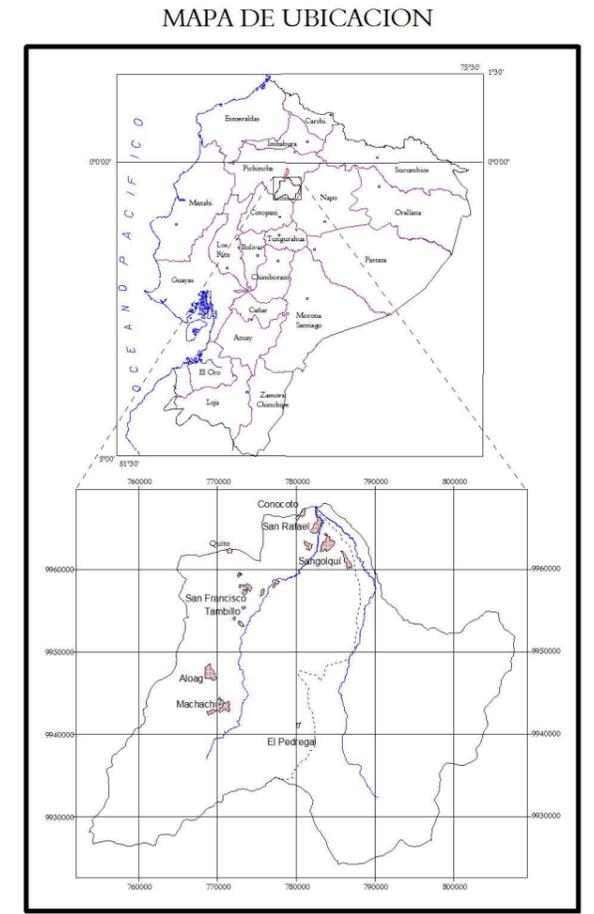
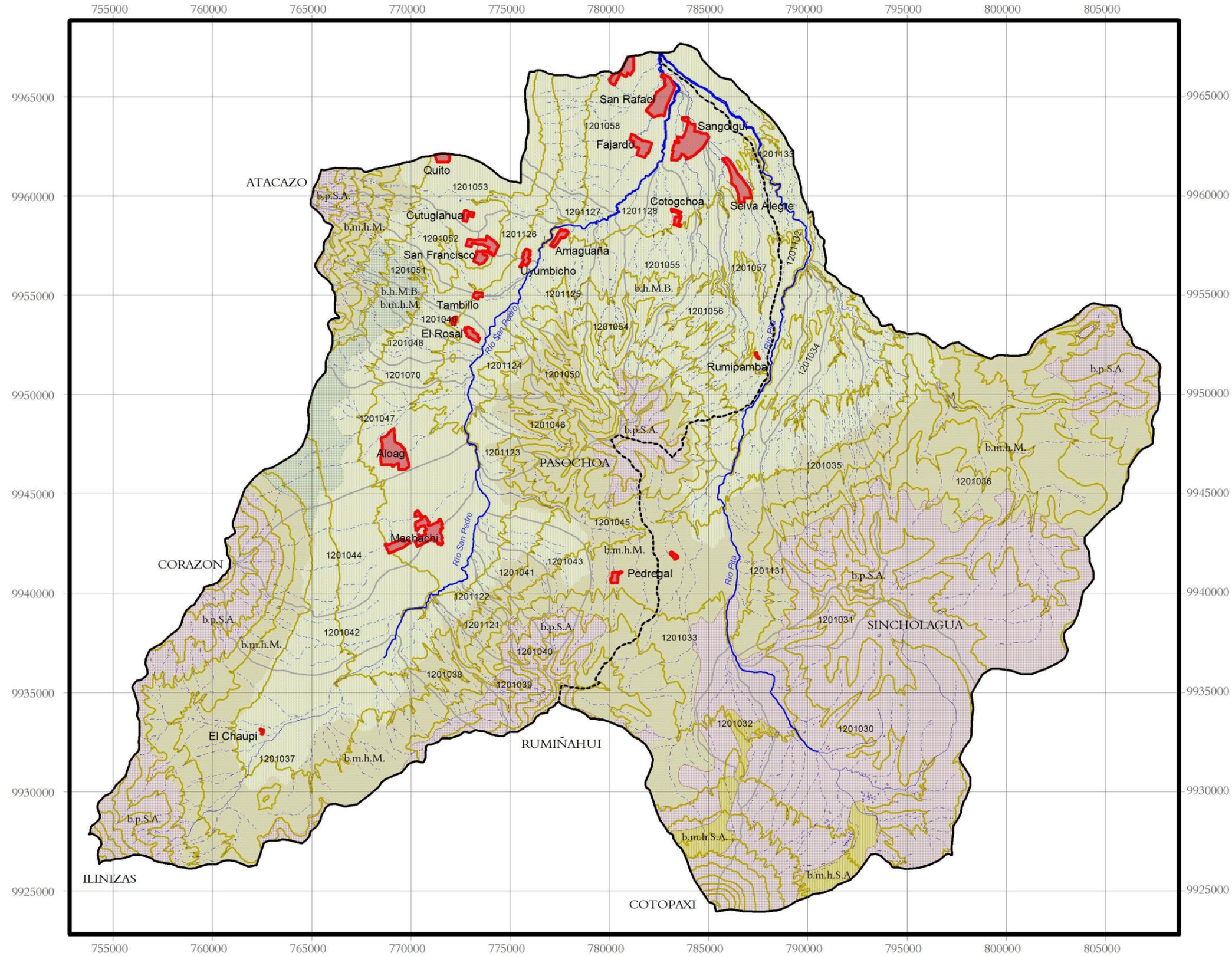
PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DE LAS SUBCUENCAS DE LOS RIOS PITA Y SAN PEDRO

CONTIENE:
MAPA DE USO ACTUAL Y COBERTURA VEGETAL

ELBORADO POR: DIANA HERNÁNDEZ C. DANIEL LARA B.	REVISADO POR: ING. GUILLERMO BELTRAN ING. ALFONSO TIERRA
CON BASE EN: MAPA DE USO ACTUAL Y COBERTURA VEGETAL (DINAREN)	FECHA: ESCALA: 1 : 50.000



ANEXO A.7 : MAPA DE ZONAS DE VIDA



LEYENDA

b.h.M.B.	bosque humedo Montano Bajo : 12 a 18 °C, 1000 a 2000 m.m, 2000 a 3000 msnm
b.h.M.B. b.m.h.M.	bosque humedo Montano Bajo - bosque muy humedo Montano: 7 - 18 °C, 500 a 2000 m.m, 2000 a 3000 msnm
b.m.h.M.	bosque muy humedo Montano: 7 a 12 °C, 500 a 1000 m.m, 2800 a 3000 msnm
b.m.h.S.A.	bosque muy humedo Sub Alpino: 5 a 6 °C, 500 a 1000 m.m, > 3000 msnm
b.p.S.A.	bosque pluvial Sub Alpino: 3 a 6 °C, 1000 a 2000 m.m, > 3000 msnm

ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DE LAS
SUBCUENCAS DE LOS RIOS PITA Y SAN PEDRO

CONTIENE:

MAPA DE ZONAS DE VIDA

ELBORADO POR: DIANA HERNÁNDEZ C. DANIEL LARA B.	REVISADO POR: ING. GUILLERMO BELTRAN ING. ALFONSO TIERRA
CON BASE EN: MAPA DE ZONAS DE VIDA (DINAREN)	FECHA: ESCALA: 1 : 50.000

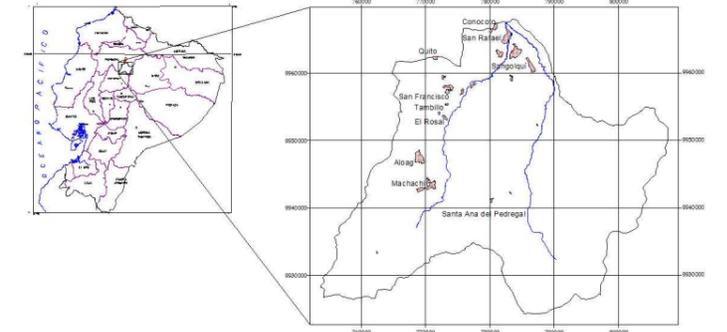
SIMBOLOGÍA

Area de estudio	Microcuencas	Limite Subcuencas
Centros Poblados	Curvas de nivel primarias	Ríos Principales

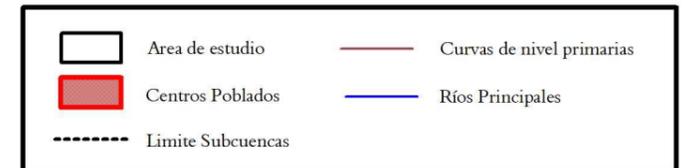


ANEXO A.8 : MAPA DE MICROCUENCAS

MAPA DE UBICACION

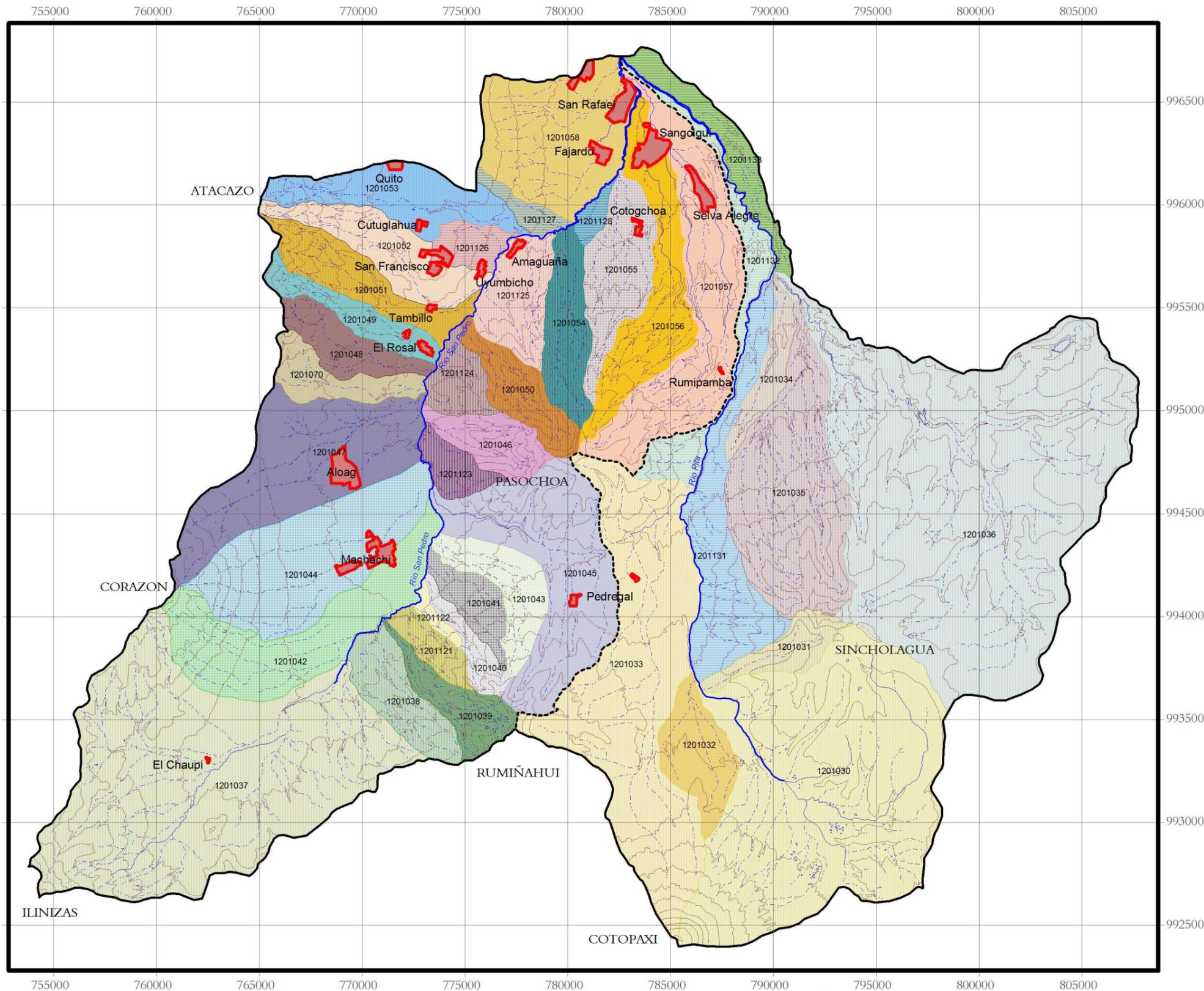


SIMBOLOGÍA



LEYENDA

1201030	R.Pita	1201051	Q.Tambilloayacu
1201031	Q.Merced	1201052	Q.S.N.
1201032	Q.Victor Puñana	1201053	Q.Pugrón
1201033	R.Salto	1201054	Q.Canari
1201034	Q.Suruhaicu	1201055	Q.Suruhuaycu
1201035	Q.Cariacu	1201056	R.San Nicolás
1201036	R.Guapal	1201057	R.Santa Clara
1201037	R.Jambelí	1201058	R.Capelo
1201038	Q.San Francisco	1201070	Q. Cuscungo
1201039	Q.Puchalitola	1201120	Drenajes Menores
1201040	Q.San Agustín	1201121	Drenajes Menores
1201041	Q.S.N.	1201122	Drenajes Menores
1201042	Q.Sigsichupa	1201123	Drenajes Menores
1201043	Q.Guitig	1201124	Drenajes Menores
1201044	Q.El Timbo	1201125	Drenajes Menores
1201045	R.Pedregal	1201126	Drenajes Menores
1201046	Q.Santiago	1201127	Drenajes Menores
1201047	Q.Ilugshi	1201128	Drenajes Menores
1201048	Q.Sunihuaicu	1201129	Drenajes Menores
1201049	Q.Girón	1201130	Drenajes Menores
1201050	Q.Santa Ana		



Proyección Universal Transversa de Mercator
Datum WGS84
Zona 17 S

Escala de Impresión
1: 365.000

ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

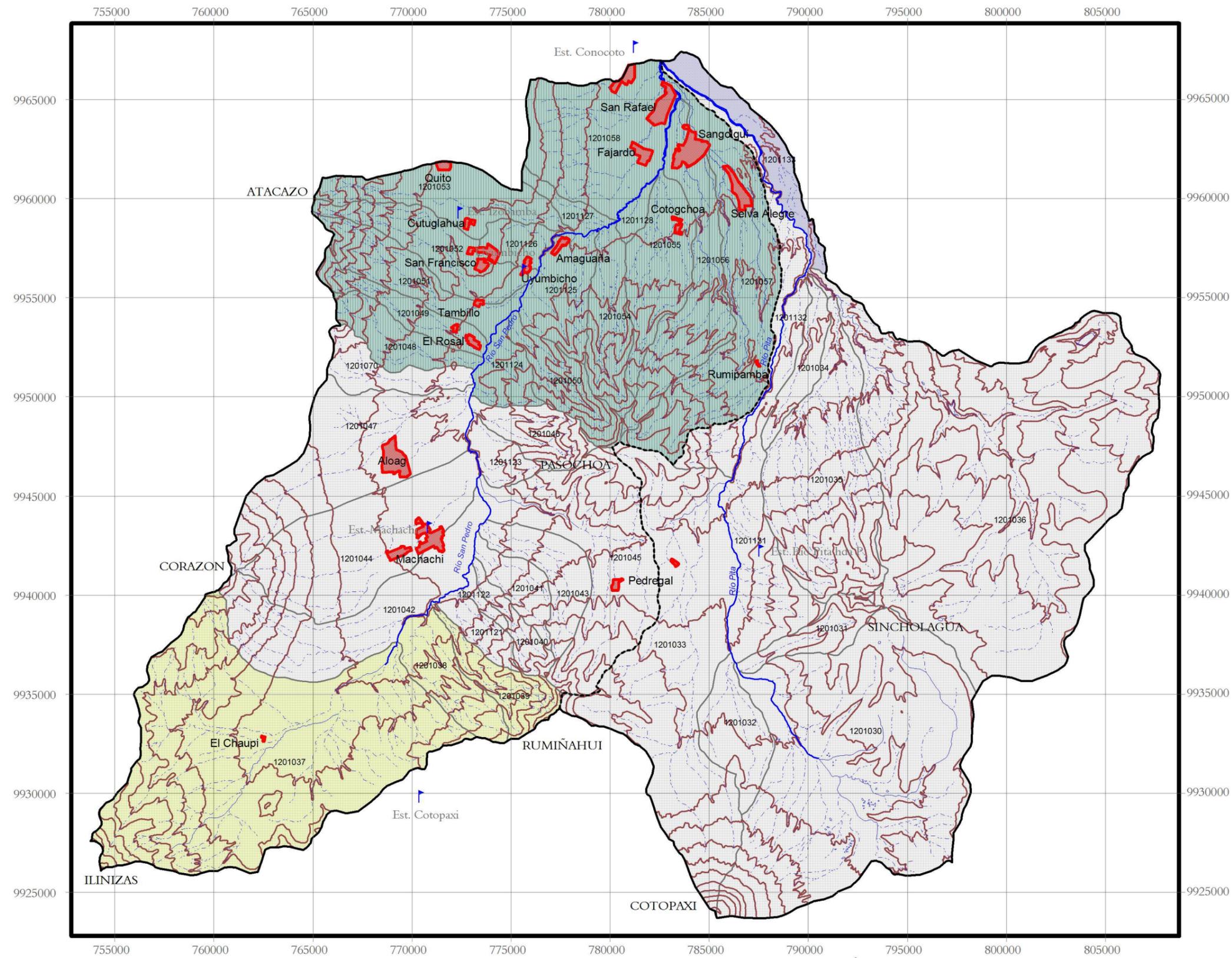
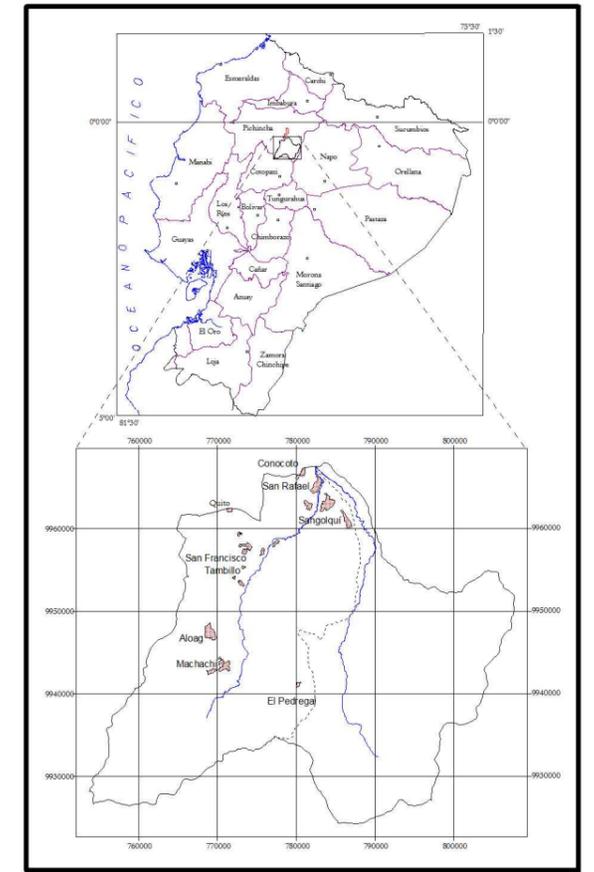
PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DE LAS SUBCUENCAS DE LOS RIOS PITA Y SAN PEDRO

CONTIENE:
MAPA DE MICROCUENCAS

ELBORADO POR: DIANA HERNÁNDEZ C. DANIEL LARA B.	REVISADO POR: ING. GUILLERMO BELTRAN ING. ALFONSO TIERRA
CON BASE EN: CARTAS TOPOGRÁFICAS (I.G.M)	FECHA: ESCALA: 1 : 50.000

ANEXO A.9 : MAPA DE DEGRADACIÓN ESPECÍFICA

MAPA DE UBICACION



SIMBOLOGÍA

	Area de estudio		Curvas de nivel primarias
	Centros Poblados		Límite poligonos de thiesen
	Microcuencas		Ríos Principales
	Estación meteorologica		Limite Subcuencas

LEYENDA

	D1: Denudación geológica normal (0 - 100 m ³ /km ² /año)
	D2: Erosión debil (100 - 1000 m ³ /km ² /año)
	D3: Erosión fuerte (1000 - 2000 m ³ /km ² /año)
	D4: Erosión media (mayor a 3000 m ³ /km ² /año)

ESCUOLA POLITECNICA DEL EJERCITO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

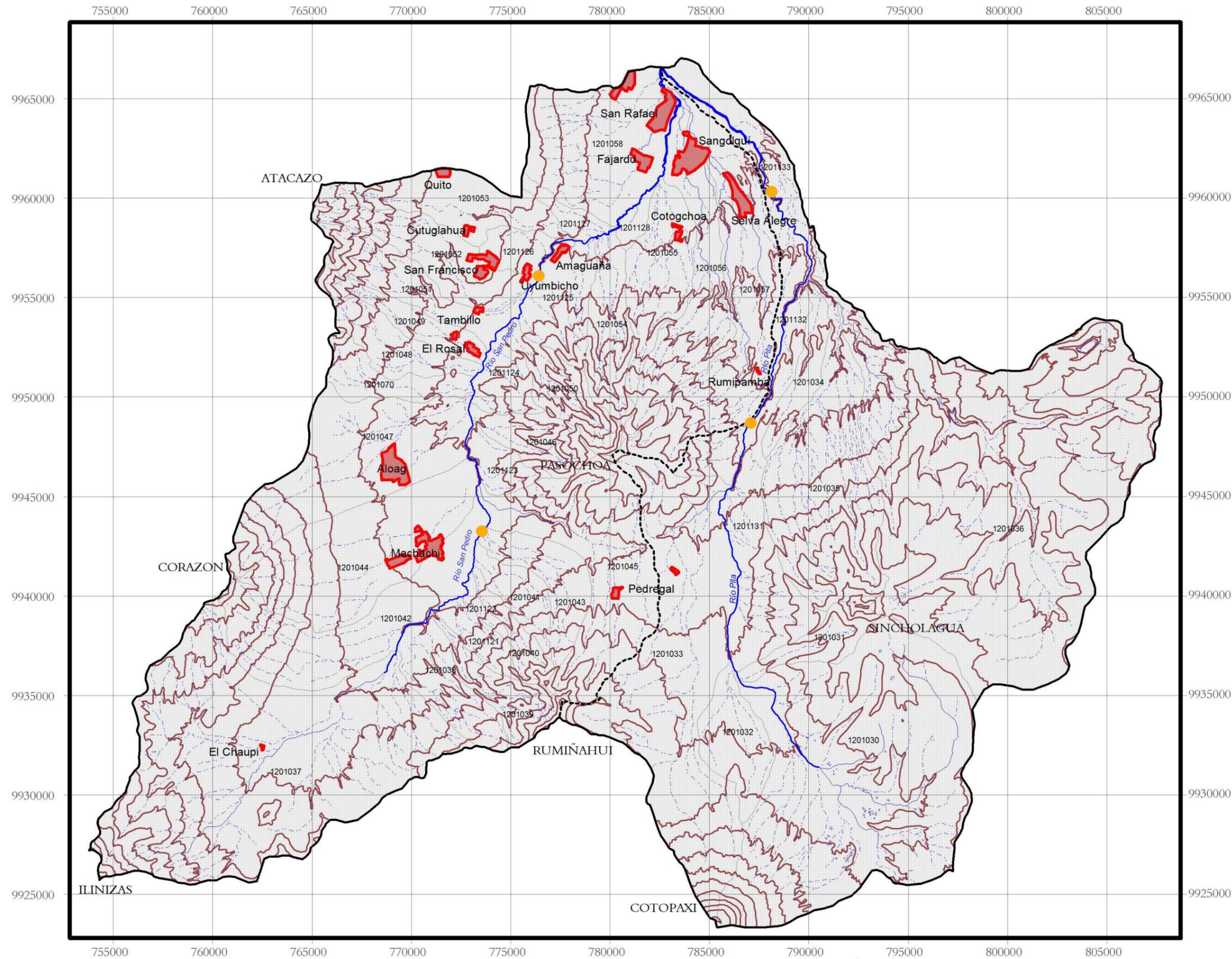
PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DE LAS SUBCUENCAS DE LOS RIOS PITA Y SAN PEDRO

CONTIENE:
MAPA DE DEGRADACIÓN ESPECÍFICA

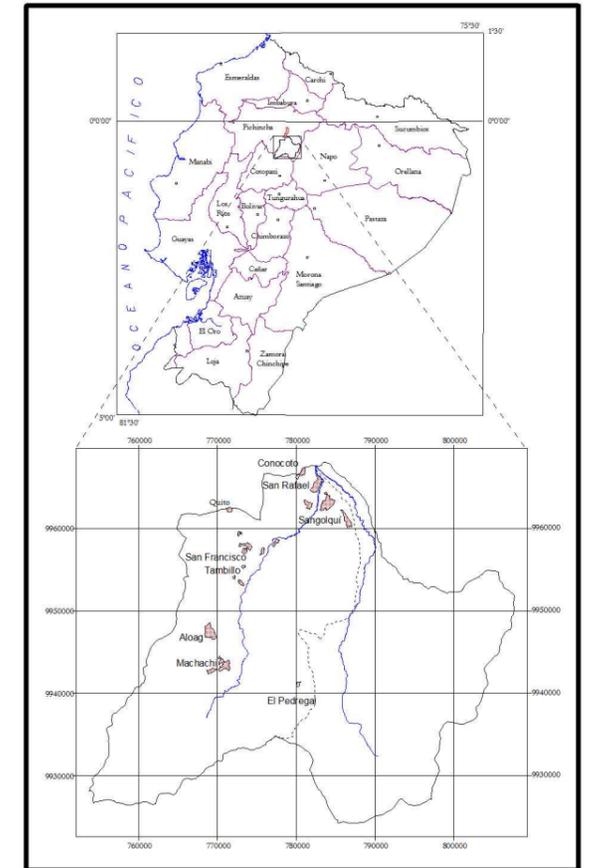
ELABORADO POR: DIANA HERNÁNDEZ C. DANIEL LARA B.	REVISADO POR: ING. GUILLERMO BELTRAN ING. ALFONSO TIERRA
CON BASE EN: INFORMACIÓN METEORÓLOGICA DE LA ZONA (INAMHI)	FECHA: ESCALA: 1 : 50.000



ANEXO A.10 : MAPA DE APORTE DE SEDIMENTOS



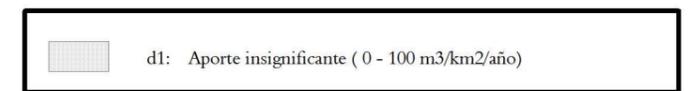
MAPA DE UBICACION



SIMBOLOGÍA



LEYENDA



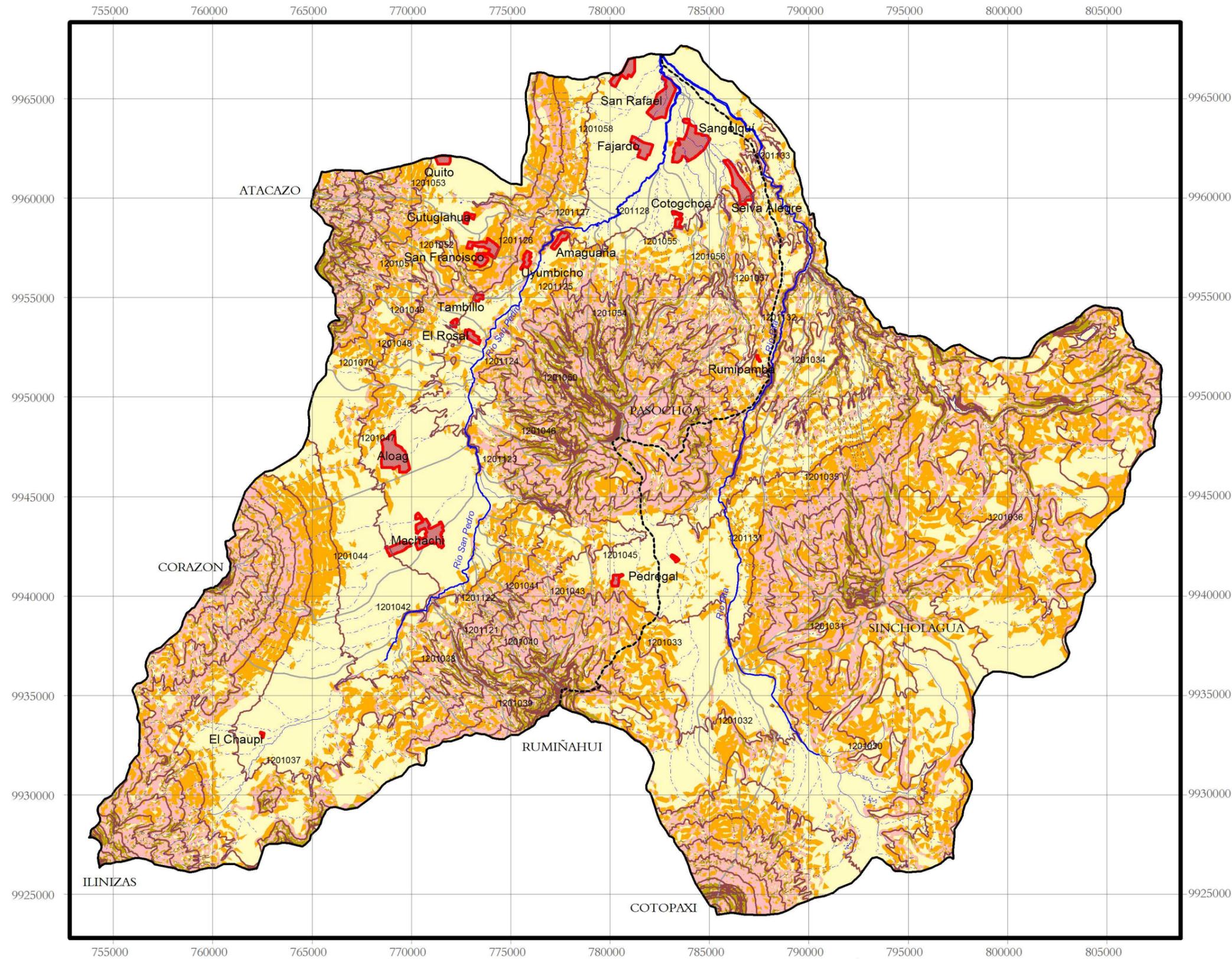
 ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE	
PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DE LAS SUBCUENCAS DE LOS RIOS PITA Y SAN PEDRO	
CONTIENE: MAPA DE APORTE DE SEDIMENTOS	
ELBORADO POR: DIANA HERNÁNDEZ C. DANIEL LARA B.	REVISADO POR: ING. GUILLERMO BELTRAN ING. ALFONSO TIERRA
CON BASE EN: CARTAS TOPOGRÁFICAS (I.G.M)	FECHA: ESCALA: 1 : 50.000



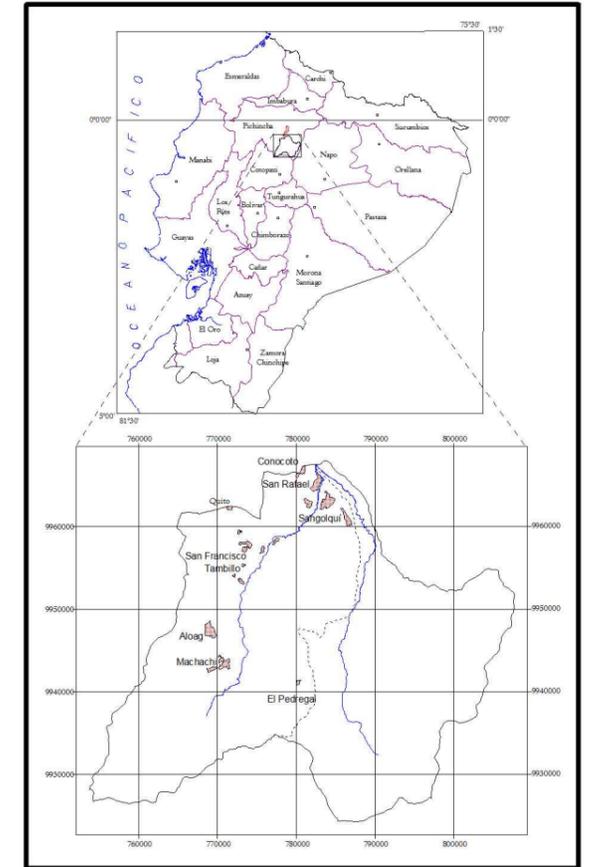
Proyección Universal Transversa de Mercator
 Datum WGS84
 Zona 17 S



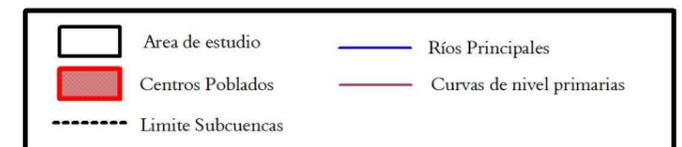
ANEXO A.11 : MAPA DE PENDIENTES



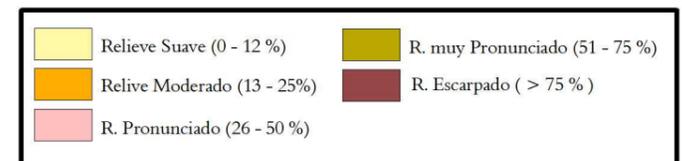
MAPA DE UBICACION



SIMBOLOGÍA



LEYENDA



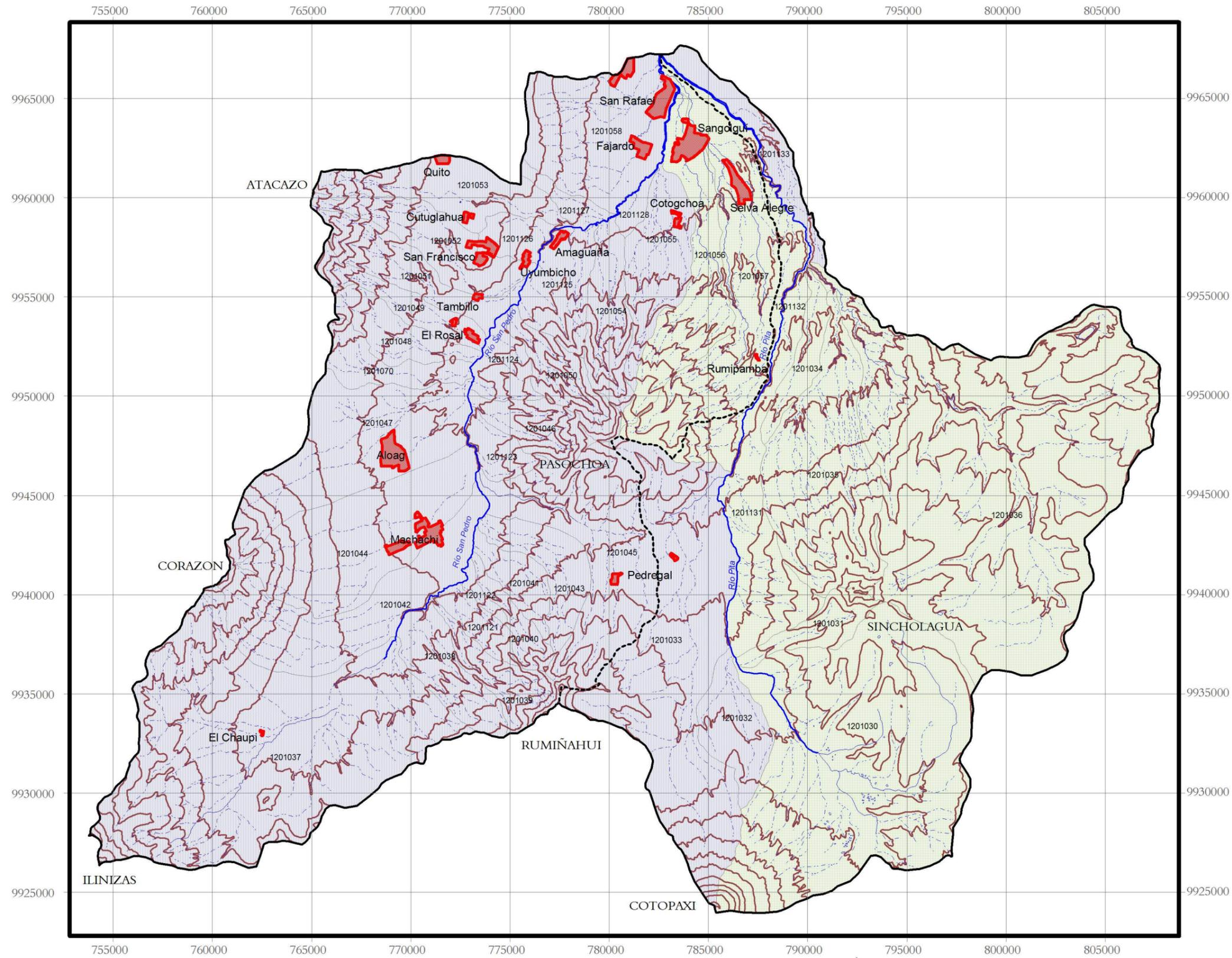
 ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE	
PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DE LAS SUBCUENCAS DE LOS RIOS PITA Y SAN PEDRO	
CONTIENE: <h2 style="margin: 0;">MAPA DE PENDIENTES</h2>	
ELBORADO POR: DIANA HERNÁNDEZ C. DANIEL LARA B.	REVISADO POR: ING. GUILLERMO BELTRAN ING. ALFONSO TIERRA
CON BASE EN: CARTAS TOPOGRÁFICAS (I.G.M)	FECHA: ESCALA: 1 : 50.000



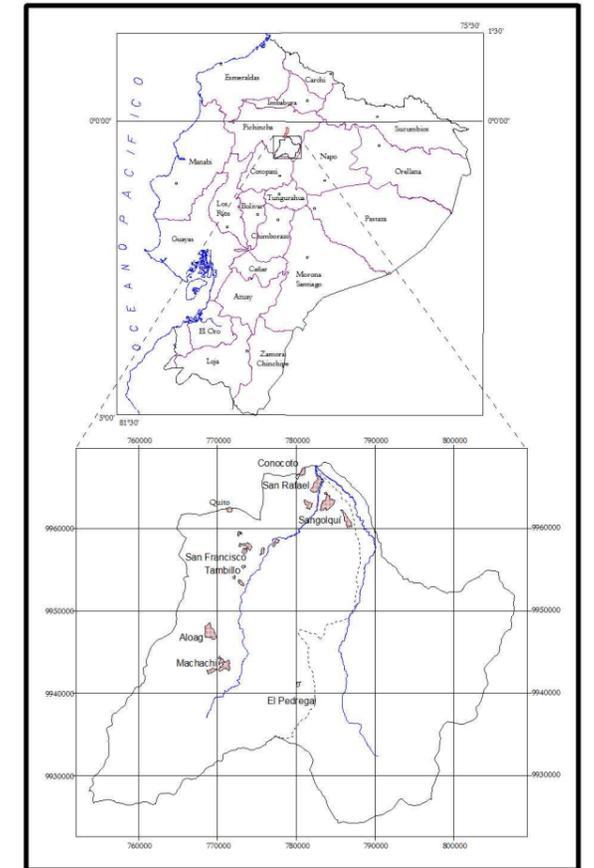
Proyección Universal Transversa de Mercator
 Datum WGS84
 Zona 17 S



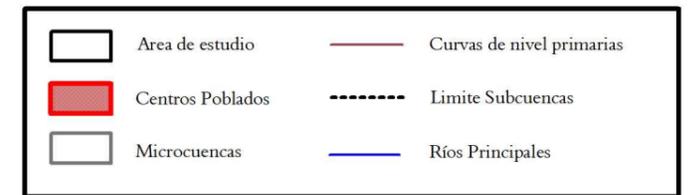
ANEXO A.12 : MAPA DE ERODABILIDAD



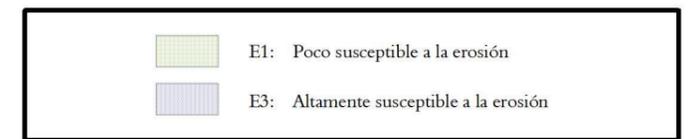
MAPA DE UBICACION



SIMBOLOGÍA



LEYENDA



 ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE	
PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DE LAS SUBCUENCAS DE LOS RIOS PITA Y SAN PEDRO	
CONTIENE: MAPA DE AERODABILIDAD	
ELBORADO POR: DIANA HERNÁNDEZ C. DANIEL LARA B.	REVISADO POR: ING. GUILLERMO BELTRAN ING. ALFONSO TIERRA
CON BASE EN: CARTAS TOPOGRÁFICAS (I.G.M)	FECHA: ESCALA: 1 : 50.000

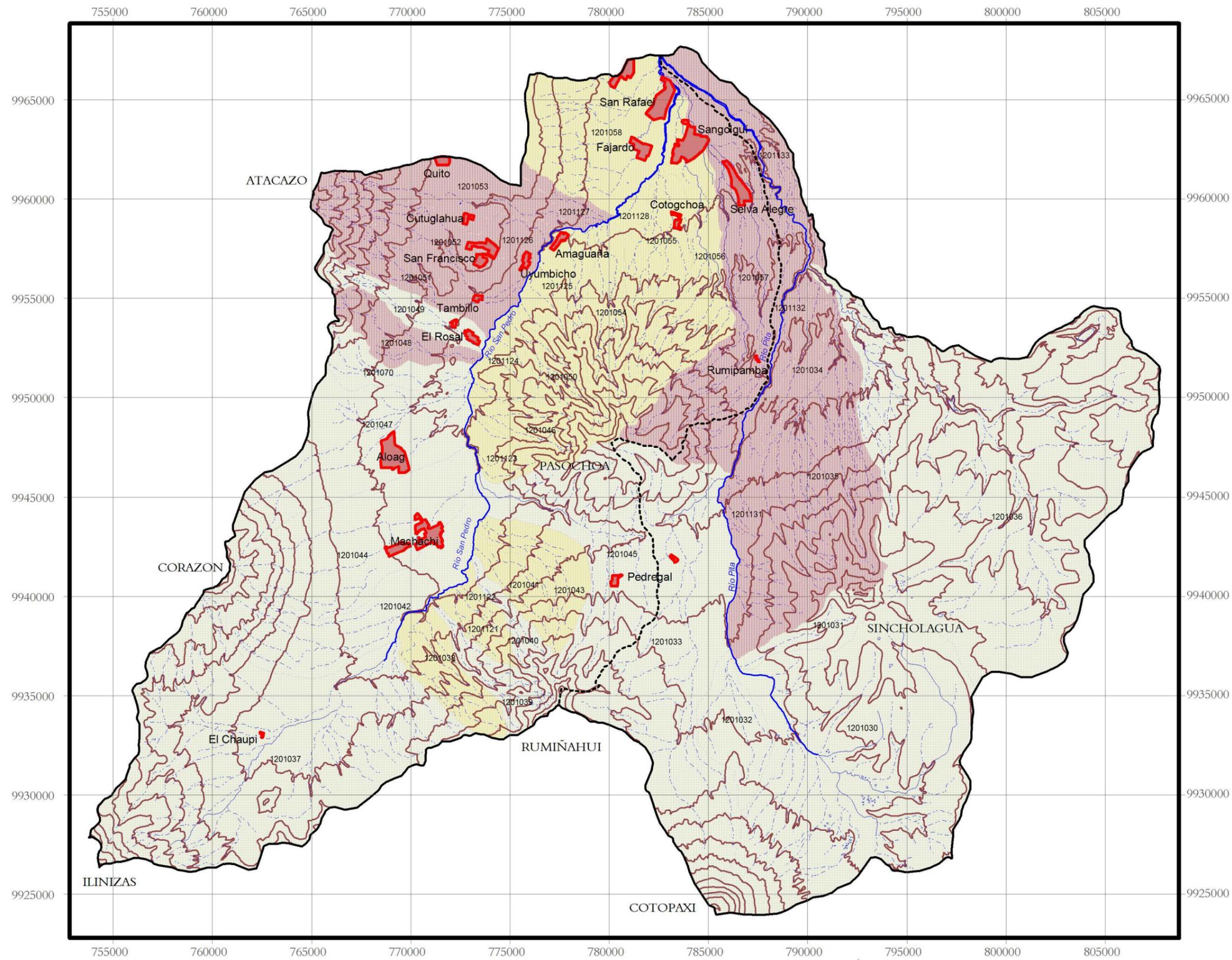


Proyección Universal Transversa de Mercator
 Datum WGS84
 Zona 17 S

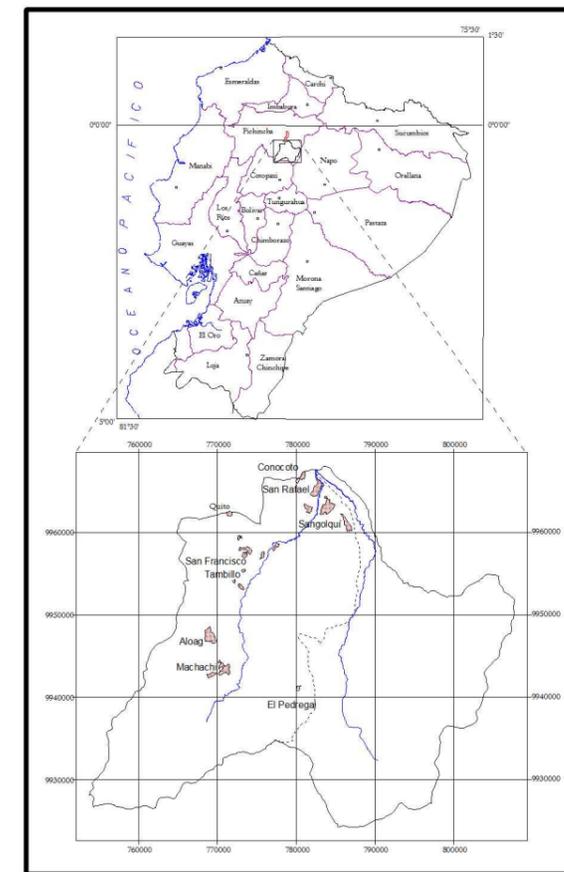


Escala de Impresión
 1: 365.000

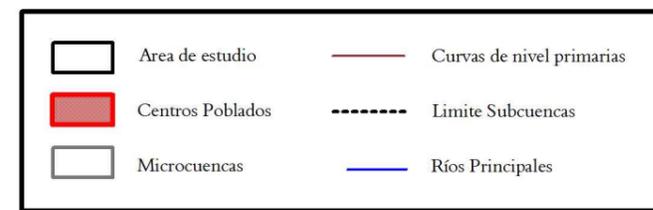
ANEXO A.13 : MAPA DE COBETURA ACTUAL DEL PROCESO EROSIVO



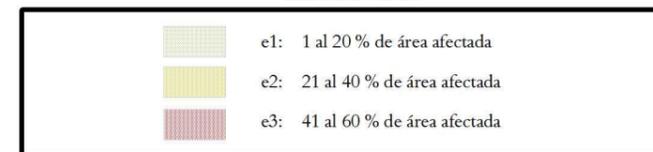
MAPA DE UBICACION



SIMBOLOGÍA



LEYENDA



ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DE LAS SUBCUENCAS DE LOS RIOS PITA Y SAN PEDRO

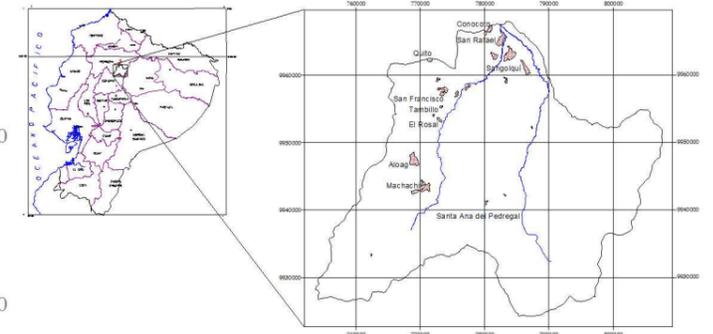
CONTIENE:
MAPA DE COBERTURA ACTUAL DEL P. EROSIVO

ELBORADO POR: DIANA HERNÁNDEZ C. DANIEL LARA B.	REVISADO POR: ING. GUILLERMO BELTRAN ING. ALFONSO TIERRA
CON BASE EN: CARTAS TOPOGRÁFICAS (I.G.M)	FECHA: ESCALA: 1 : 50.000

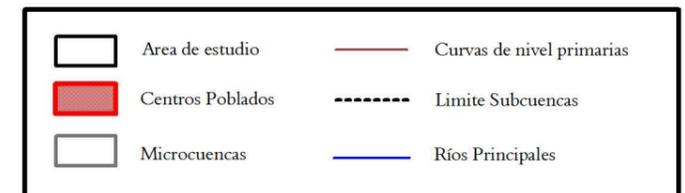


ANEXO A.14 : MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSIÓN

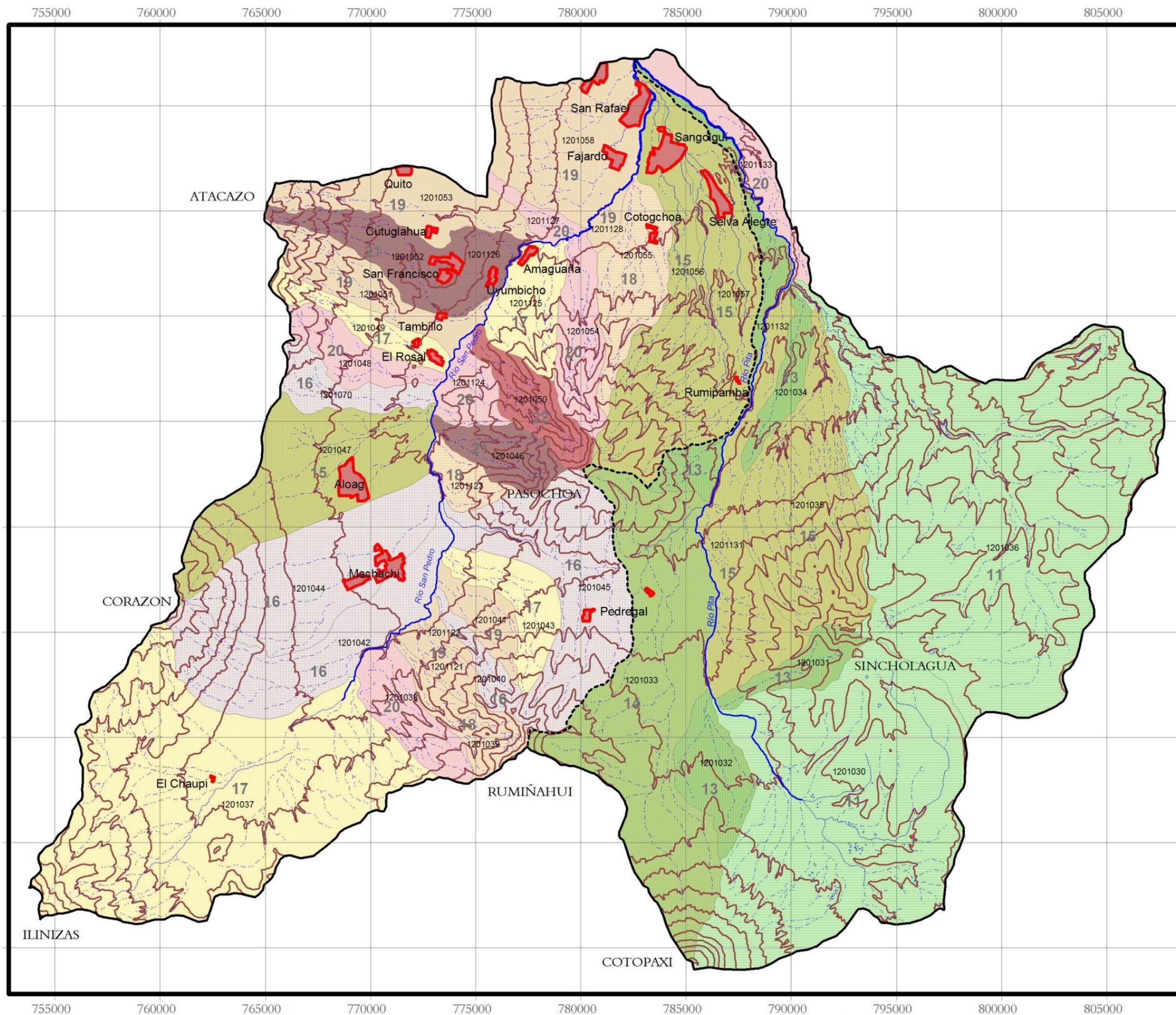
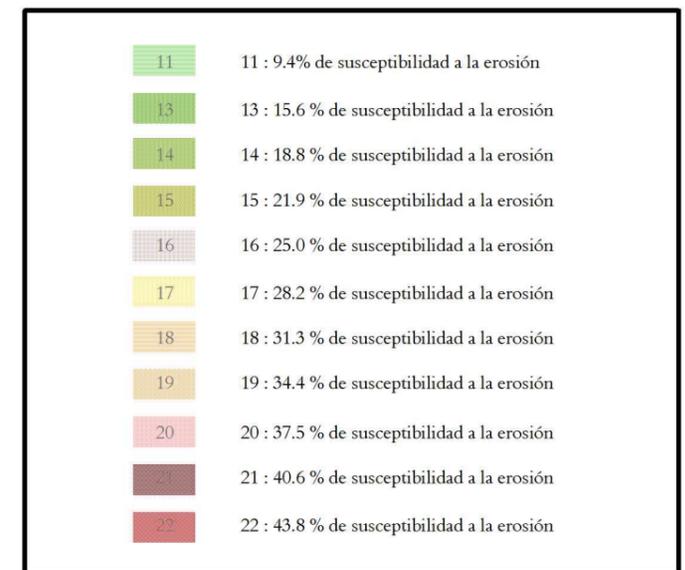
MAPA DE UBICACION



SIMBOLOGÍA



LEYENDA

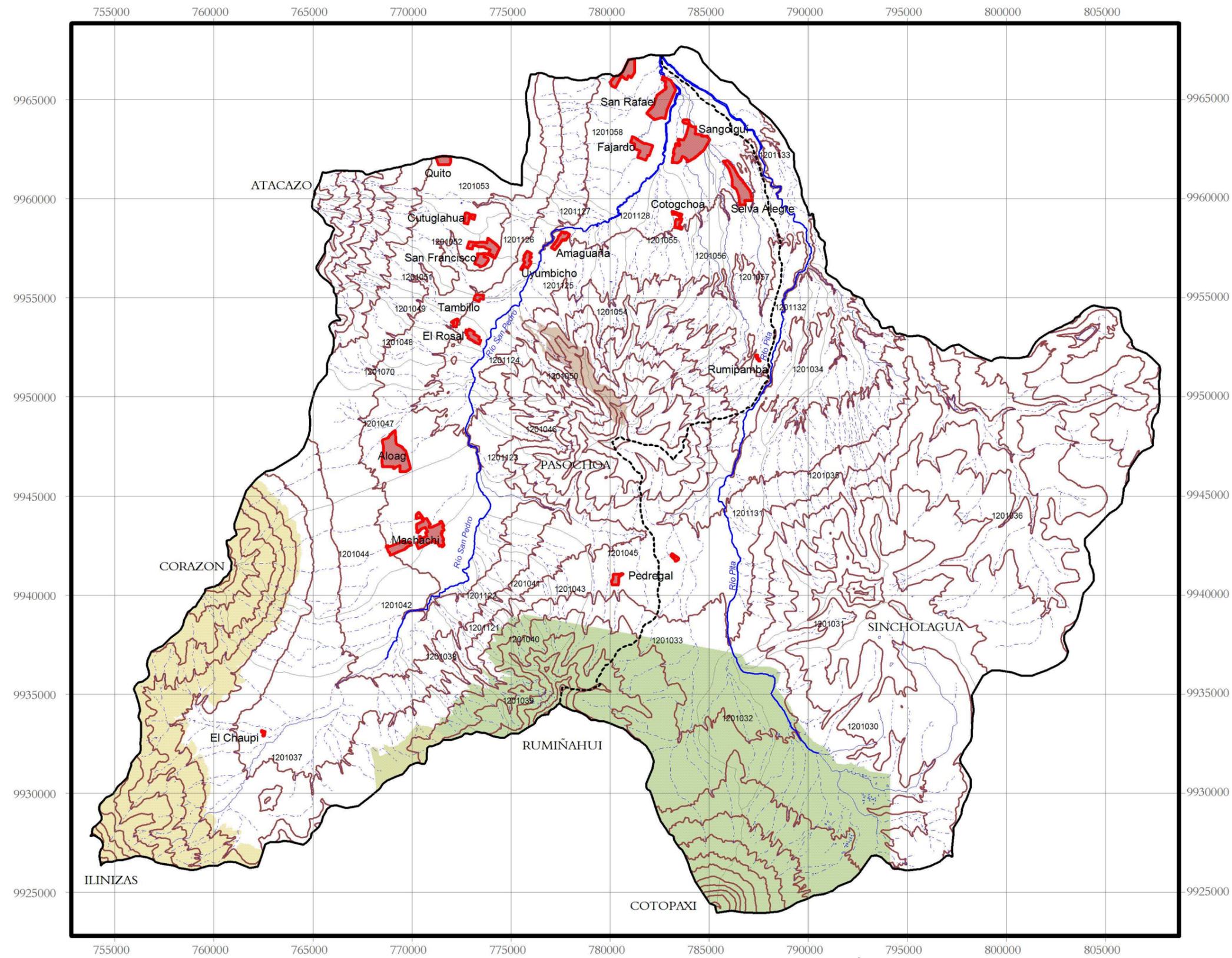
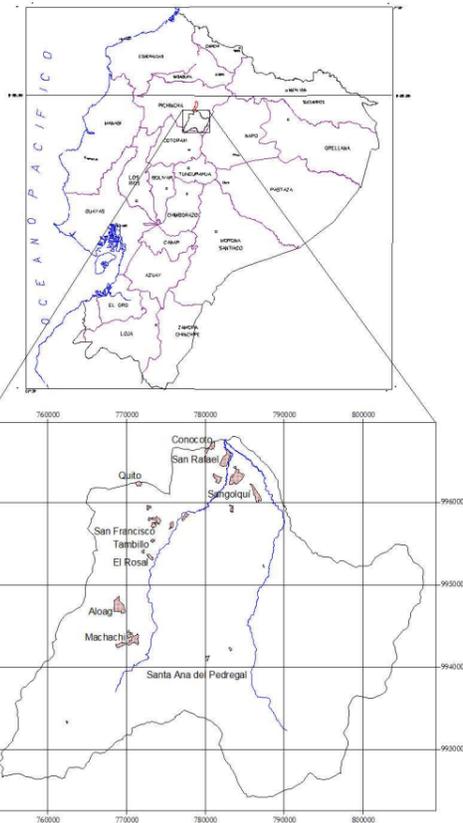


Proyección Universal Transversa de Mercator
Datum WGS84
Zona 17 S

 ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE	
PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DE LAS SUBCUENCAS DE LOS RIOS PITA Y SAN PEDRO	
CONTIENE: MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSIÓN	
ELBORADO POR: DIANA HERNÁNDEZ C. DANIEL LARA B.	REVISADO POR: ING. GUILLERMO BELTRAN ING. ALFONSO TIERRA
CON BASE EN: CARTAS TOPOGRÁFICAS (L.G.M)	FECHA: ESCALA: 1 : 50.000

ANEXO A.15 : MAPA DE MAPA DE AREAS PROTEGIDAS

MAPA DE UBICACION



SIMBOLOGÍA

	Area de estudio		Curvas de nivel primarias
	Centros Poblados		Limite Subcuencas
	Microcuencas		Ríos Principales

LEYENDA

	Area Nacional de Recreación El Boliche
	Parque Nacional Cotopaxi
	Refugio de Vida Silvestre Pasochoa
	Reserva Ecológica Los Illinizas


ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DE LAS
 SUBCUENCAS DE LOS RIOS PITA Y SAN PEDRO

CONTIENE:
MAPA DE AREAS PROTEGIDAS

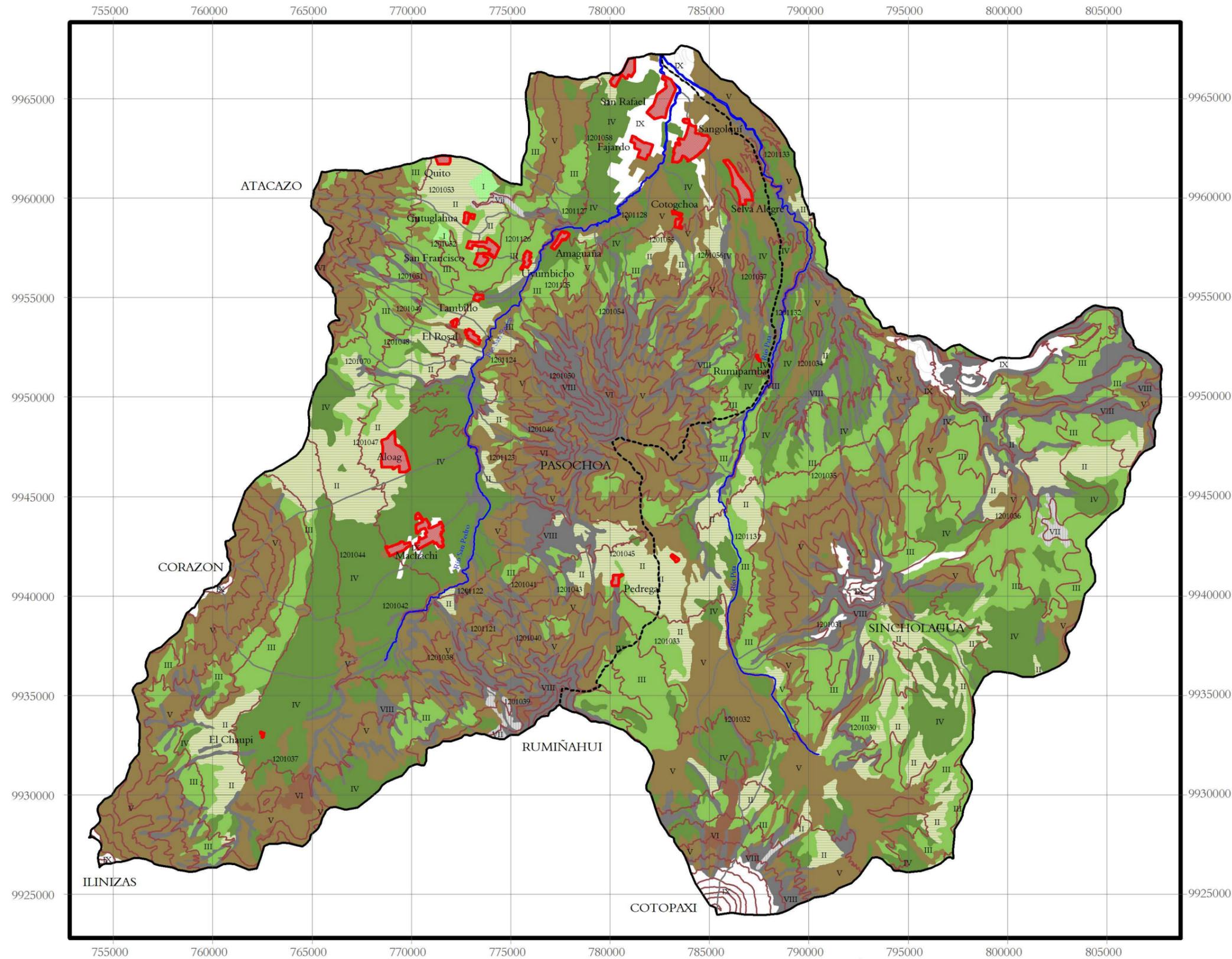
ELBORADO POR: DIANA HERNÁNDEZ C. DANIEL LARA B.	REVISADO POR: ING. GUILLERMO BELTRAN ING. ALFONSO TIERRA
CON BASE EN: CARTAS TOPOGRÁFICAS (I.G.M)	FECHA: ESCALA: 1 : 50.000



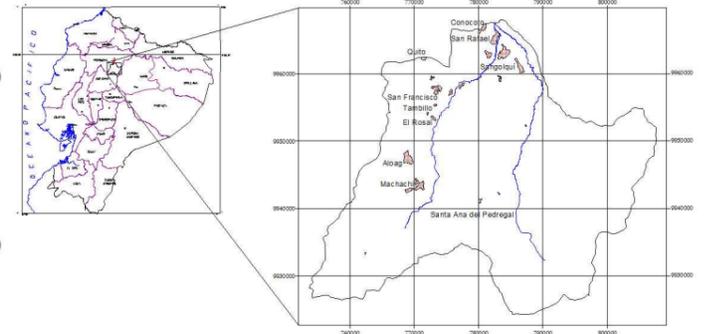
Proyección Universal Transversa de Mercator
 Datum WGS84
 Zona 17 S

Escala de Impresión
 1: 365.000

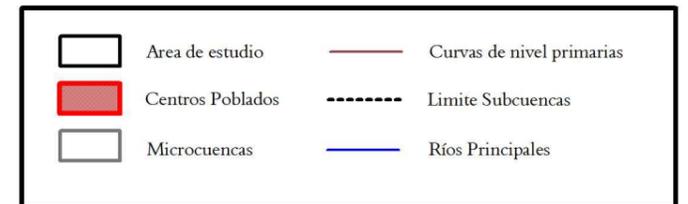
ANEXO A.16 : MAPA DE CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA



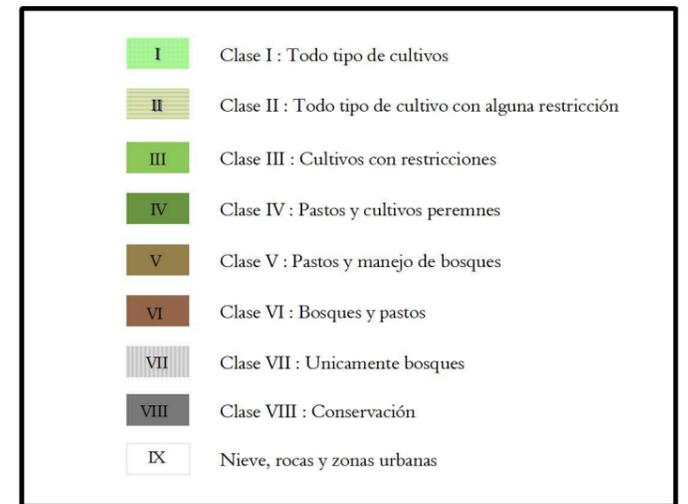
MAPA DE UBICACION



SIMBOLOGÍA



LEYENDA



 ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE	
PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DE LAS SUBCUENCAS DE LOS RIOS PITA Y SAN PEDRO	
CONTIENE: MAPA DE CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA	
ELBORADO POR: DIANA HERNÁNDEZ C. DANIEL LARA B.	REVISADO POR: ING. GUILLERMO BELTRAN ING. ALFONSO TIERRA
CON BASE EN: INFORMACIÓN METEORÓGICA DE LA ZONA (INAMHI)	FECHA: ESCALA: 1 : 50.000

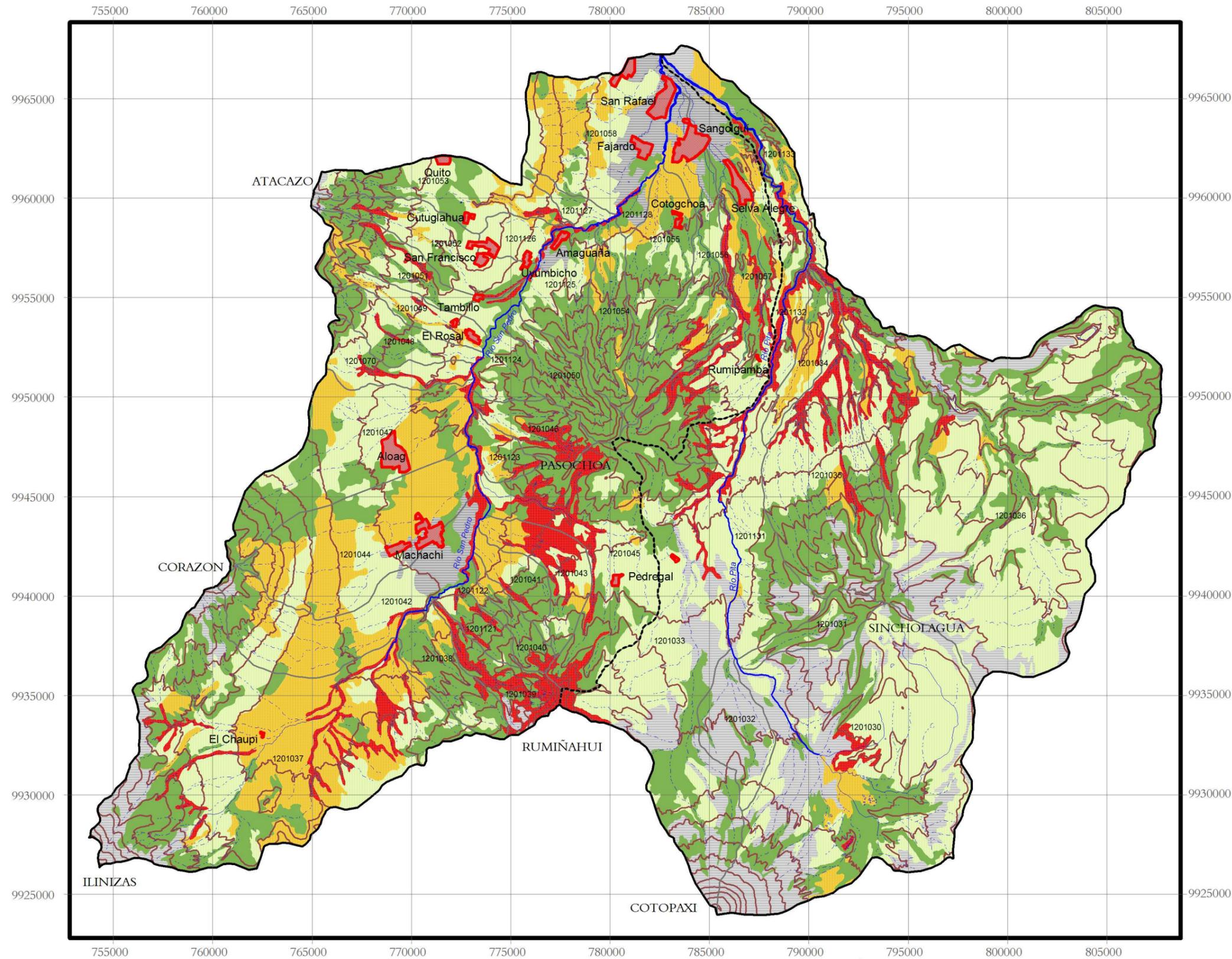


Proyección Universal Transversa de Mercator
Datum WGS84
Zona 17 S

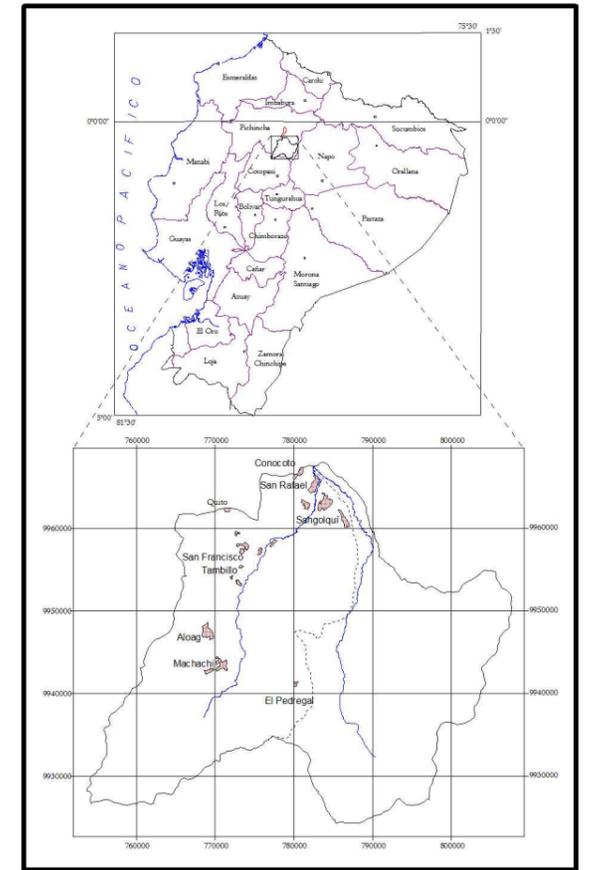


Escala de Impresión
1: 365.000

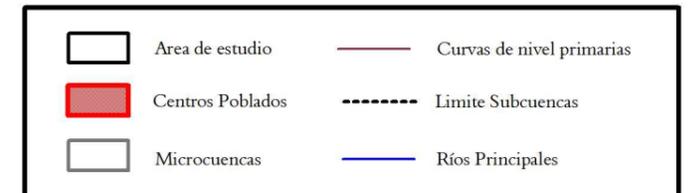
ANEXO A.17 : MAPA DE CONFLICTOS



MAPA DE UBICACION



SIMBOLOGÍA



LEYENDA



ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DE LAS SUBCUENCAS DE LOS RIOS PITA Y SAN PEDRO

CONTIENE:

MAPA DE CONFLICTOS

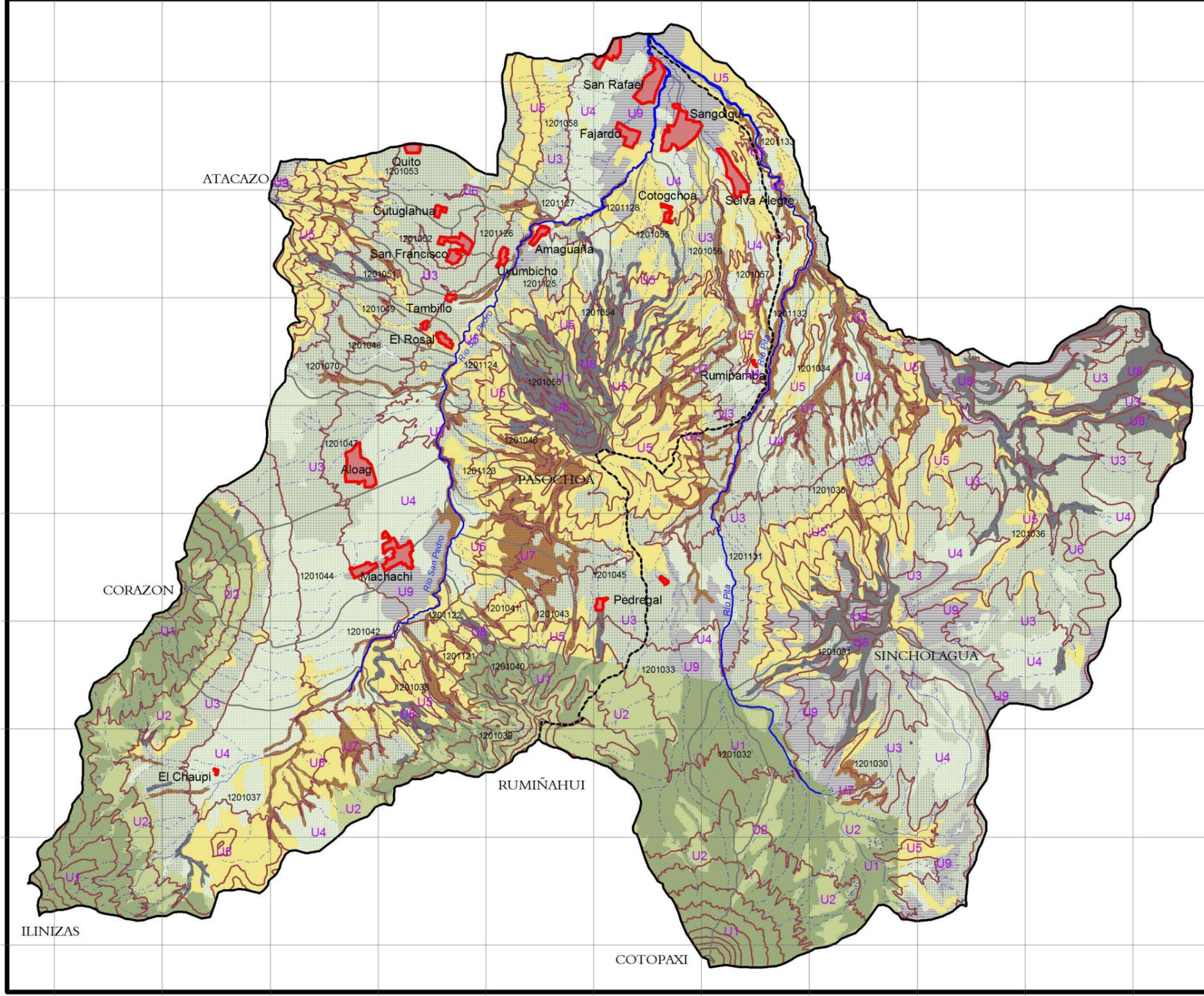
ELBORADO POR: DIANA HERNÁNDEZ C. DANIEL LARA B.	REVISADO POR: ING. GUILLERMO BELTRAN ING. ALFONSO TIERRA
CON BASE EN: INFORMACIÓN METEORÓLOGICA DE LA ZONA (INAMHI)	FECHA: ESCALA: 1 : 50.000



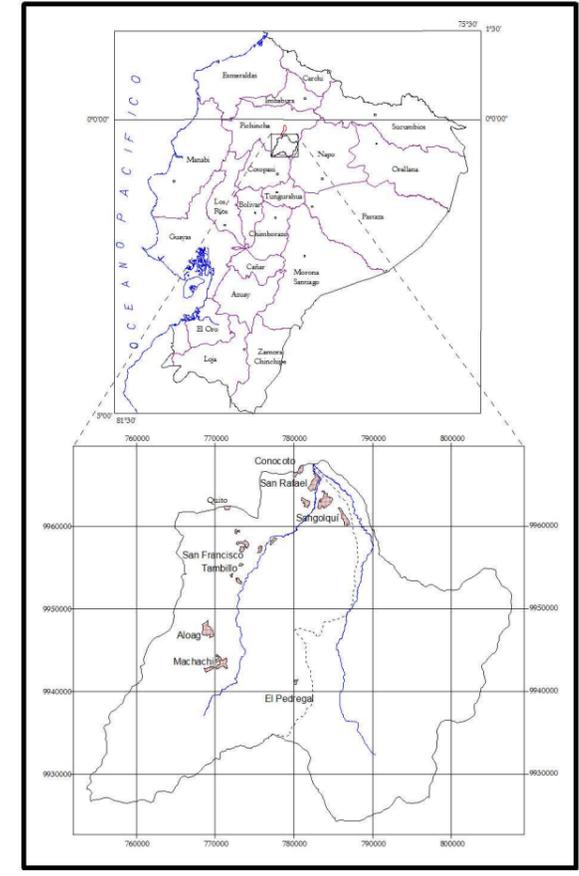
ANEXO A.18 : MAPA DE USO POTENCIAL

755000 760000 765000 770000 775000 780000 785000 790000 795000 800000 805000

9965000
9960000
9955000
9950000
9945000
9940000
9935000
9930000
9925000



MAPA DE UBICACION

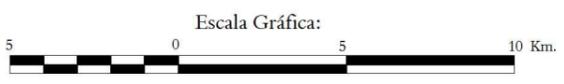


LEYENDA

	U1 Protección y conservación de áreas protegidas
	U2 Restauración de áreas protegidas
	U3 Tierras aptas para cultivos con ligeras a moderadas limitaciones
	U4 Tierras aptas para cultivos perennes
	U5 Tierras aptas para pastos o bosques de producción
	U6 Tierras aptas para bosques de producción o protección
	U7 Tierras aptas para recuperación y rehabilitación
	U8 Tierras aptas para conservación
	U9 Tierras sin uso

SIMBOLOGÍA

	Area de estudio		Curvas de nivel primarias
	Centros Poblados		Limite Subcuencas
	Microcuencas		Ríos Principales



Proyección Universal Transversa de Mercator
Datum WGS84
Zona 17 S



ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DE LAS
SUBCUENCAS DE LOS RIOS PITA Y SAN PEDRO

CONTIENE:
MAPA DE USO POTENCIAL

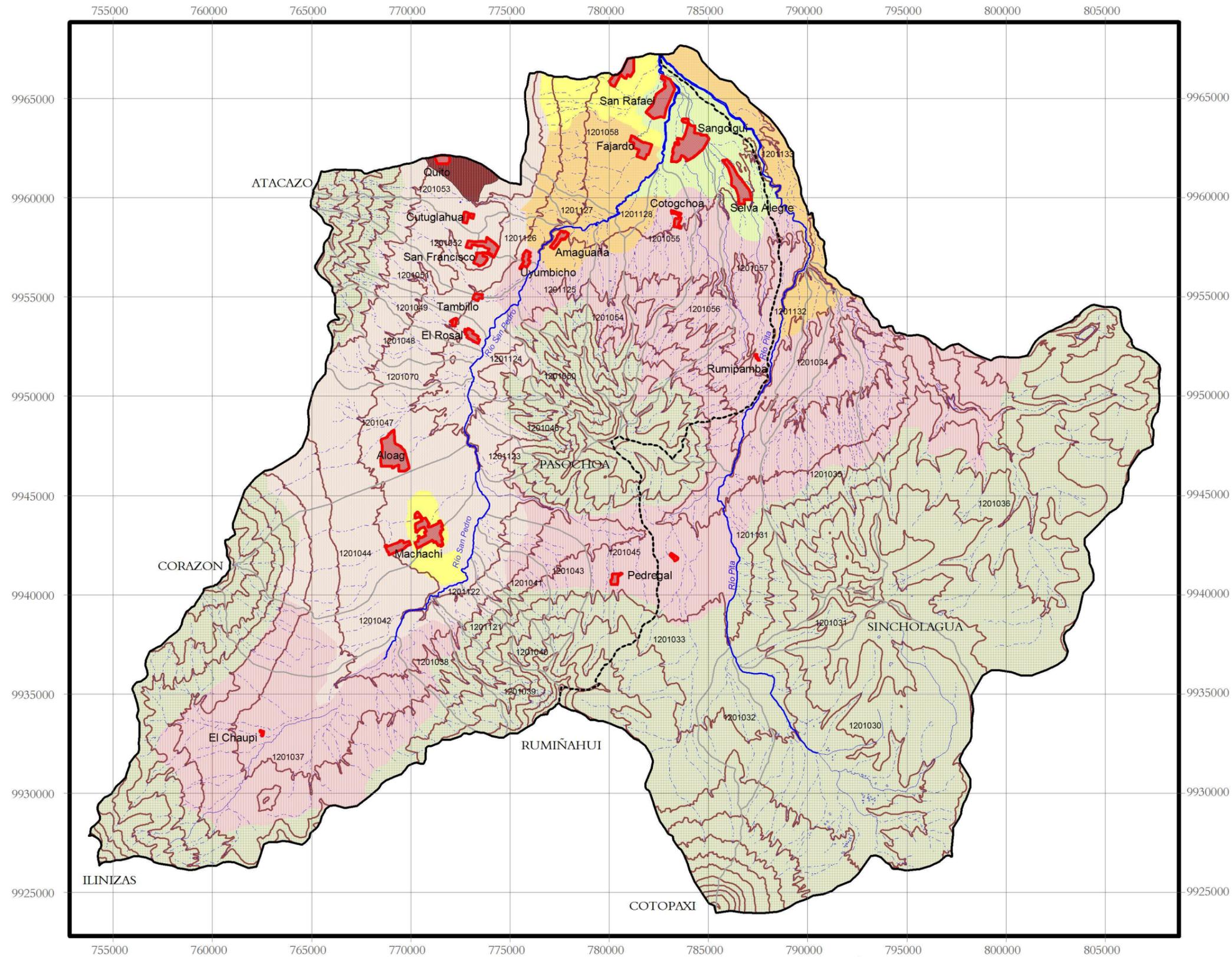
ELABORADO POR:
DIANA HERNÁNDEZ C.
DANIEL LARA B.

REVISADO POR:
ING. GUILLERMO BELTRAN
ING. ALFONSO TIERRA

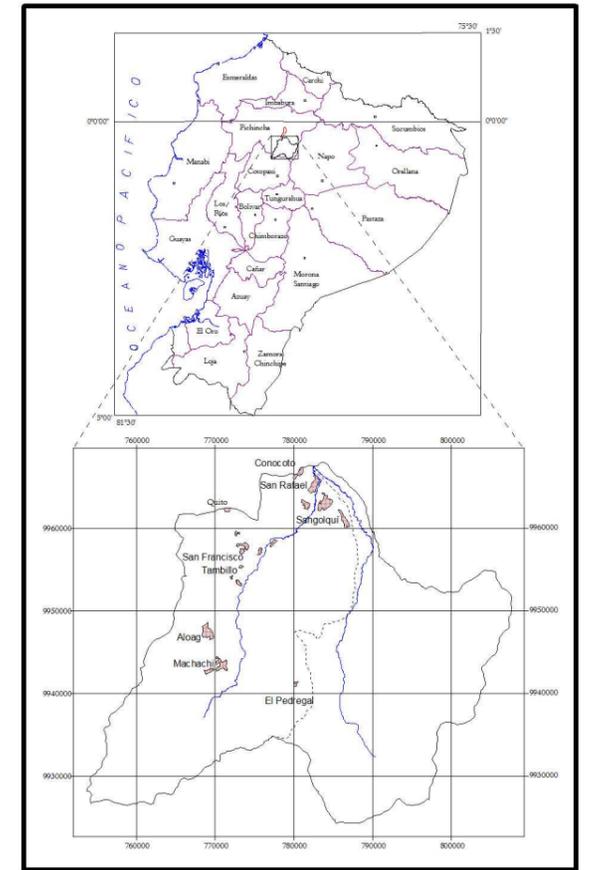
CON BASE EN:
INFORMACIÓN METEORÓLOGICA
DE LA ZONA (INAMHI)

FECHA:
ESCALA: 1 : 50.000

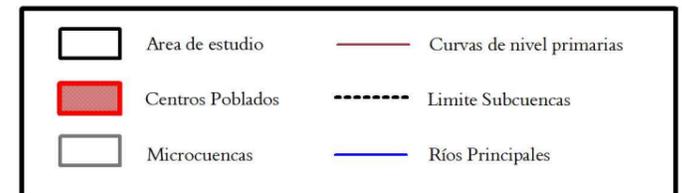
ANEXO A.19 : MAPA DE SÍNTESIS SOCIOECONÓMICA



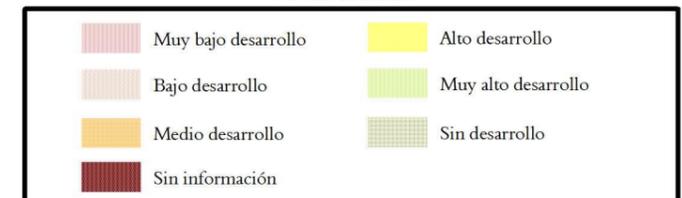
MAPA DE UBICACION



SIMBOLOGÍA



LEYENDA



ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DE LAS
SUBCUENCAS DE LOS RIOS PITA Y SAN PEDRO

CONTIENE:

MAPA DE SÍNTESIS SOCIOECONÓMICA

ELBORADO POR:

DIANA HERNÁNDEZ C.
DANIEL LARA B.

REVISADO POR:

ING. GUILLERMO BELTRAN
ING. ALFONSO TIERRA

CON BASE EN:

INFORMACIÓN METEORÓLOGICA
DE LA ZONA (INAMHI)

FECHA:

ESCALA: 1 : 50.000

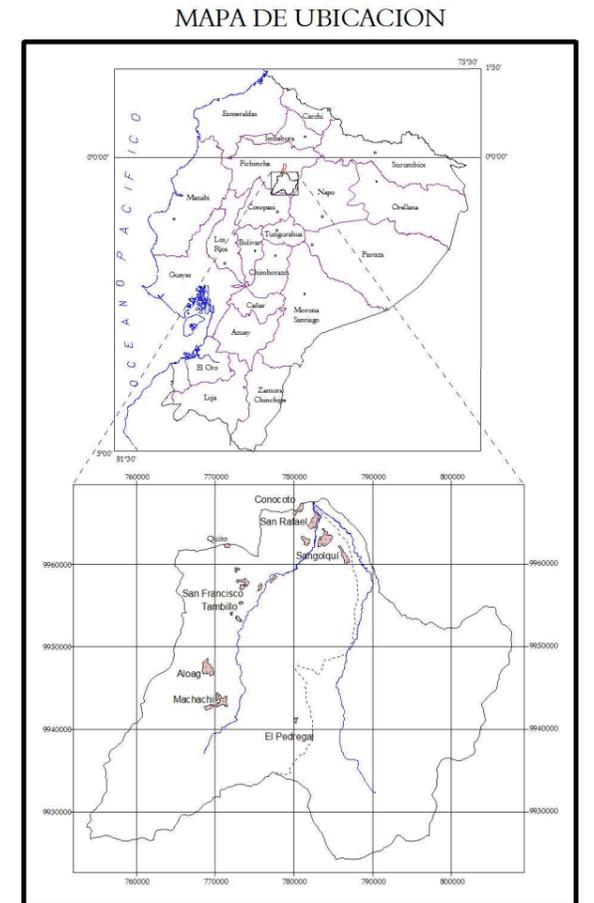
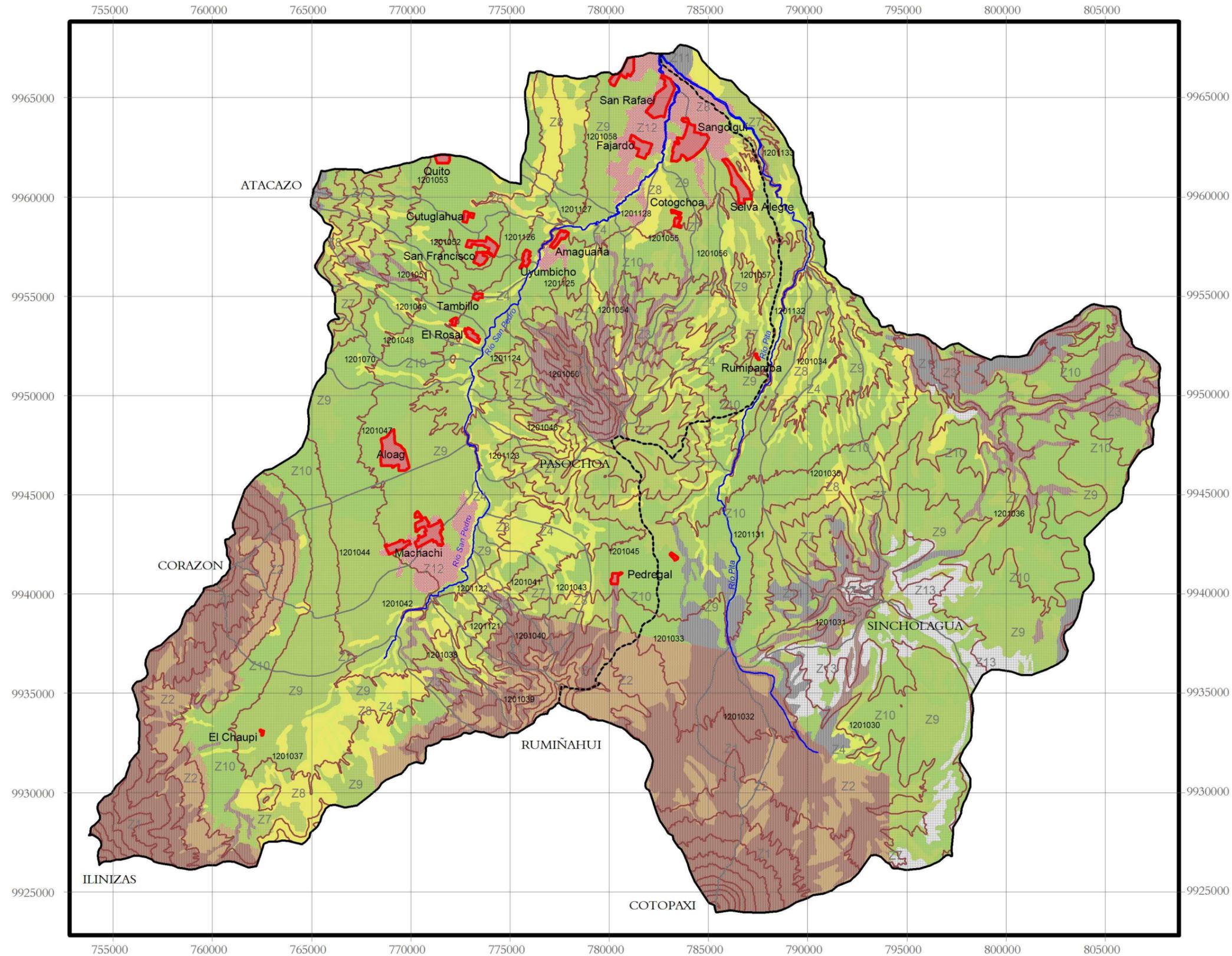


Proyección Universal Transversa de Mercator
Datum WGS84
Zona 17 S



Escala de Impresión
1: 365.000

ANEXO A.20 : MAPA DE ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA SOCIOECONÓMICA



LEYENDA

Z4	Z. C. de Recuperación y Rehabilitación
Z6	Z. C. Ecosistemas Degradados con Potencial Forestal o Agro-Forestal
Z8	Z. C. Recuperación Conservación de Áreas en Proceso de Degradación
Z1	Zona Especial de Protección y Conservación de Áreas Protegidas
Z2	Zona Especial de Restauración de Áreas Protegidas
Z3	Zona Especial de Áreas de Protección
Z5	Zona Productiva: Bosques de Producción de Especies no Maderables
Z7	Zona Productiva: Sistema Silvo-Pastoril
Z9	Zona Productiva: Sistema Agro-Forestal
Z10	Zona Productiva: Desarrollo Agrícola
Z11	Zona de Posible Interés Minero
Z12	Zona de Desarrollo Urbano
Z13	Conservación de Acuíferos

SIMBOLOGÍA

	Area de estudio		Curvas de nivel primarias
	Centros Poblados		Limite Subcuencas
	Microcuencas		Ríos Principales



Proyección Universal Transversa de Mercator
Datum WGS84
Zona 17 S





ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DE LAS SUBCUENCAS DE LOS RIOS PITA Y SAN PEDRO

CONTIENE: **MAPA DE Z.E.E.**

ELBORADO POR: DIANA HERNÁNDEZ C. DANIEL LARA B.	REVISADO POR: ING. GUILLERMO BELTRAN ING. ALFONSO TIERRA
CON BASE EN: INFORMACIÓN METEORÓLOGICA DE LA ZONA (INAMHI)	FECHA: ESCALA: 1 : 50.000

Anexo B.1: Cuadro Altitud Media Río Pita

Cota Menor	Cota Mayor	Altura Media	Area (m2)	Area (ha)	Si * hi
2440	2480	2460.00	1643830	164.383	404382.180
2480	2520	2500.00	3586130	358.613	896532.500
2520	2560	2540.00	2376310	237.631	603582.740
2560	2600	2580.00	2429620	242.962	626841.960
2600	2640	2620.00	2725090	272.509	713973.580
2640	2680	2660.00	2094820	209.482	557222.120
2680	2720	2700.00	1889480	188.948	510159.600
2720	2760	2740.00	1729460	172.946	473872.040
2760	2800	2780.00	1739410	173.941	483555.980
2800	2840	2820.00	2441480	244.148	688497.360
2840	2880	2860.00	2773460	277.346	793209.560
2880	2920	2900.00	2741610	274.161	795066.900
2920	2960	2940.00	3140850	314.085	923409.900
2960	3000	2980.00	3727200	372.72	1110705.600
3000	3040	3020.00	3908590	390.859	1180394.180
3040	3080	3060.00	4335180	433.518	1326565.080
3080	3120	3100.00	4585320	458.532	1421449.200
3120	3160	3140.00	5831810	583.181	1831188.340
3160	3200	3180.00	5556760	555.676	1767049.680
3200	3240	3220.00	5855680	585.568	1885528.960
3240	3280	3260.00	6679540	667.954	2177530.040
3280	3320	3300.00	6879360	687.936	2270188.800
3320	3360	3340.00	7328350	732.835	2447668.900
3360	3400	3380.00	9247000	924.7	3125486.000
3400	3440	3420.00	11063840	1106.384	3783833.280
3440	3480	3460.00	10560480	1056.048	3653926.080
3460	3500	3480.00	46110	4.611	16046.280
3480	3520	3500.00	8930880	893.088	3125808.000
3520	3560	3540.00	10406130	1040.613	3683770.020
3560	3600	3580.00	9924070	992.407	3552817.060
3600	3640	3620.00	9443250	944.325	3418456.500
3640	3680	3660.00	13004150	1300.415	4759518.900
3680	3720	3700.00	16357340	1635.734	6052215.800
3720	3760	3740.00	16976210	1697.621	6349102.540
3760	3800	3780.00	16375630	1637.563	6189988.140
3800	3840	3820.00	18549150	1854.915	7085775.300
3840	3880	3860.00	22773870	2277.387	8790713.820
3880	3920	3900.00	28393030	2839.303	11073281.700
3920	3960	3940.00	31979570	3197.957	12599950.580
3960	4000	3980.00	34937320	3493.732	13905053.360
4000	4040	4020.00	36624940	3662.494	14723225.880
4040	4080	4060.00	31864880	3186.488	12937141.280
4080	4120	4100.00	31824700	3182.47	13048127.000
4160	4120	4140.00	30861130	3086.113	12776507.820
4160	4200	4180.00	28005660	2800.566	11706365.880
4200	4240	4220.00	21809170	2180.917	9203469.740

4240	4280	4260.00	13852630	1385.263	5901220.380
4280	4320	4300.00	9396250	939.625	4040387.500
4320	4360	4340.00	6803030	680.303	2952515.020
4360	4400	4380.00	4335400	433.54	1898905.200
4400	4440	4420.00	2824770	282.477	1248548.340
4440	4480	4460.00	2075750	207.575	925784.500
4480	4520	4500.00	1632560	163.256	734652.000
4520	4560	4540.00	1179420	117.942	535456.680
4560	4600	4580.00	1265530	126.553	579612.740
4600	4640	4620.00	1074340	107.434	496345.080
4640	4680	4660.00	962190	96.219	448380.540
4680	4720	4700.00	783250	78.325	368127.500
4700	4742	4721.00	360	0.036	169.956
4720	4760	4740.00	698160	69.816	330927.840
4760	4800	4780.00	721780	72.178	345010.840
4800	4840	4820.00	654940	65.494	315681.080
4840	4873	4856.50	19110	1.911	9280.772
4840	4880	4860.00	520700	52.07	253060.200
4880	4920	4900.00	545270	54.527	267182.300
4920	4960	4940.00	388250	38.825	191795.500
4960	5000	4980.00	247200	24.72	123105.600
5000	5040	5020.00	267070	26.707	134069.140
5040	5080	5060.00	236220	23.622	119527.320
5080	5120	5100.00	207340	20.734	105743.400
5120	5160	5140.00	129300	12.93	66460.200
5160	5200	5180.00	186520	18.652	96617.360
5200	5240	5220.00	159370	15.937	83191.140
5240	5280	5260.00	127040	12.704	66823.040
5280	5320	5300.00	174660	17.466	92569.800
5320	5360	5340.00	137540	13.754	73446.360
5360	5400	5380.00	105870	10.587	56958.060
5400	5440	5420.00	107730	10.773	58389.660
5440	5480	5460.00	148650	14.865	81162.900
5480	5520	5500.00	125270	12.527	68898.500
5520	5560	5540.00	84100	8.41	46591.400
5560	5600	5580.00	128450	12.845	71675.100
5600	5640	5620.00	99900	9.99	56143.800
5640	5680	5660.00	136530	13.653	77275.980
5680	5720	5700.00	126790	12.679	72270.300
5720	5760	5740.00	142910	14.291	82030.340
5760	5800	5780.00	114610	11.461	66244.580
5800	5840	5820.00	46210	4.621	26894.220
5840	5880	5860.00	20450	2.045	11983.700
5880	5897	5888.50	2080	0.208	1224.808
			588953350.000	58895.335	3820.871

Fuente: Los Autores

Anexo B.2: Cuadro Altitud Media Río San Pedro

Cota Menor	Cota Mayor	Altura	Area (m2)	Area (ha)	Si * Hi
2440	2480	2460	2435811.002	243.5811002	599209.506
2480	2520	2500	17380084.58	1738.008458	4345021.146
2520	2560	2540	23541771.21	2354.177121	5979609.888
2560	2600	2580	14745556.47	1474.555647	3804353.569
2600	2640	2620	12042879.21	1204.287921	3155234.353
2640	2680	2660	13441949.83	1344.194983	3575558.656
2680	2720	2700	14805987.8	1480.59878	3997616.705
2720	2760	2740	16173123.98	1617.312398	4431435.970
2760	2800	2780	19484152.7	1948.41527	5416594.452
2800	2840	2820	24191144.92	2419.114492	6821902.867
2840	2880	2860	24699946.23	2469.994623	7064184.622
2880	2920	2900	22221681.26	2222.168126	6444287.565
2920	2960	2940	24553487.88	2455.348788	7218725.436
2960	3000	2980	26374534.42	2637.453442	7859611.257
3000	3040	3020	29312109.35	2931.210935	8852257.025
3040	3080	3060	29282585.53	2928.258553	8960471.172
3080	3120	3100	26981251.73	2698.125173	8364188.038
3120	3160	3140	25598238.9	2559.82389	8037847.014
3160	3200	3180	20729730.7	2072.97307	6592054.362
3200	3240	3220	19746480.58	1974.648058	6358366.746
3240	3280	3260	19264440.3	1926.44403	6280207.537
3280	3320	3300	20920380.53	2092.038053	6903725.574
3320	3360	3340	20756033.15	2075.603315	6932515.071
3360	3400	3380	22905872.95	2290.587295	7742185.058
3400	3440	3420	25480665.11	2548.066511	8714387.469
3440	3480	3460	24416063.71	2441.606371	8447958.044
3480	3520	3500	21429720.62	2142.972062	7500402.217
3520	3560	3540	18827861.83	1882.786183	6665063.088
3560	3600	3580	16405840.27	1640.584027	5873290.818
3600	3640	3620	13922260.21	1392.226021	5039858.195
3640	3680	3660	13263353.96	1326.335396	4854387.549
3680	3720	3700	12955342	1295.5342	4793476.539
3720	3760	3740	11909972.14	1190.997214	4454329.580
3760	3800	3780	11761662.68	1176.166268	4445908.491
3800	3840	3820	10261935.59	1026.193559	3920059.395
3840	3880	3860	9908206.573	990.8206573	3824567.737
3880	3920	3900	9384194.194	938.4194194	3659835.736
3920	3960	3940	8422392.891	842.2392891	3318422.799
3960	4000	3980	7040207.519	704.0207519	2802002.593
4000	4040	4020	6827170.244	682.7170244	2744522.438
4040	4080	4060	6304642.03	630.464203	2559684.664
4080	4120	4100	5712888.995	571.2888995	2342284.488
4120	4160	4140	4887403.649	488.7403649	2023385.111
4160	4199	4179.5	17885.062	1.7885062	7475.062
4160	4200	4180	3762336.19	376.233619	1572656.527

4200	4240	4220	3207134.098	320.7134098	1353410.589
4240	4280	4260	2548759.902	254.8759902	1085771.718
4280	4320	4300	1923218.323	192.3218323	826983.879
4320	4360	4340	1509072.069	150.9072069	654937.278
4360	4400	4380	1065833.9	106.58339	466835.248
4400	4440	4420	875504.306	87.5504306	386972.903
4440	4480	4460	623811.637	62.3811637	278219.990
4480	4520	4500	507189.147	50.7189147	228235.116
4520	4560	4540	492301.579	49.2301579	223504.917
4560	4600	4580	365450.428	36.5450428	167376.296
4600	4640	4620	302213.567	30.2213567	139622.668
4640	4680	4660	257779.947	25.7779947	120125.455
4680	4720	4700	225349.537	22.5349537	105914.282
4720	4722	4721	1267.288	0.1267288	598.287
4720	4760	4740	210947.928	21.0947928	99989.318
4760	4800	4780	182345.688	18.2345688	87161.239
4800	4840	4820	117990.823	11.7990823	56871.577
4840	4880	4860	137437.662	13.7437662	66794.704
4880	4920	4900	127593.527	12.7593527	62520.828
4920	4960	4940	87696.022	8.7696022	43321.835
4960	5000	4980	68002.405	6.8002405	33865.198
5000	5040	5020	38634.536	3.8634536	19394.537
5040	5080	5060	33276.54	3.327654	16837.929
5080	5120	5100	20453.985	2.0453985	10431.532
5120	5106	5113	167.174	0.0167174	85.476
5120	5160	5140	9771.963	0.9771963	5022.789
5160	5200	5180	13664.692	1.3664692	7078.310
5200	5240	5220	12541.646	1.2541646	6546.739
5240	5245	5242.5	532.894	0.0532894	279.370
			749457183.9	74945.718	3227.080

Fuente: Los Autores

Anexo B.3: Cuadro Mediana de Altitud Río Pita

Cota Baja	Cota Alta	Altura	Area Parcial (ha)	Area debajo (ha)	Area por encima (ha)	% por debajo	% por encima
2440.00	2480.00	2460.00	164.383	164.38	58895.34	0.2791	100.0000
2480.00	2520.00	2500.00	358.613	523.00	58895.13	0.8880	99.9996
2520.00	2560.00	2540.00	237.631	760.63	58893.08	1.2915	99.9962
2560.00	2600.00	2580.00	242.962	1003.59	58888.46	1.7040	99.9883
2600.00	2640.00	2620.00	272.509	1276.10	58877.00	2.1667	99.9689
2640.00	2680.00	2660.00	209.482	1485.58	58862.71	2.5224	99.9446
2680.00	2720.00	2700.00	188.948	1674.53	58850.03	2.8432	99.9231
2720.00	2760.00	2740.00	172.946	1847.47	58836.38	3.1369	99.8999
2760.00	2800.00	2780.00	173.941	2021.42	58826.39	3.4322	99.8829
2800.00	2840.00	2820.00	244.148	2265.56	58813.54	3.8468	99.8611
2840.00	2880.00	2860.00	277.346	2542.91	58805.13	4.3177	99.8468
2880.00	2920.00	2900.00	274.161	2817.07	58792.61	4.7832	99.8256
2920.00	2960.00	2940.00	314.085	3131.16	58777.74	5.3165	99.8003
2960.00	3000.00	2980.00	372.720	3503.88	58766.97	5.9493	99.7820
3000.00	3040.00	3020.00	390.859	3894.73	58756.38	6.6130	99.7641
3040.00	3080.00	3060.00	433.518	4328.25	58742.63	7.3491	99.7407
3080.00	3120.00	3100.00	458.532	4786.78	58725.16	8.1276	99.7111
3120.00	3160.00	3140.00	583.181	5369.97	58712.46	9.1178	99.6895
3160.00	3200.00	3180.00	555.676	5925.64	58696.52	10.0613	99.6624
3200.00	3240.00	3220.00	585.568	6511.21	58677.87	11.0556	99.6308
3240.00	3280.00	3260.00	667.954	7179.16	58664.94	12.1897	99.6088
3280.00	3320.00	3300.00	687.936	7867.10	58644.20	13.3578	99.5736
3320.00	3360.00	3340.00	732.835	8599.93	58620.58	14.6021	99.5335
3360.00	3400.00	3380.00	924.700	9524.63	58593.87	16.1721	99.4881
3400.00	3440.00	3420.00	1106.384	10631.02	58569.15	18.0507	99.4462
3440.00	3480.00	3460.00	1056.048	11687.07	58530.33	19.8438	99.3802
3460.00	3500.00	3480.00	4.611	11691.68	58475.80	19.8516	99.2877
3480.00	3520.00	3500.00	893.088	12584.77	58423.73	21.3680	99.1993
3520.00	3560.00	3540.00	1040.613	13625.38	58421.82	23.1349	99.1960
3560.00	3600.00	3580.00	992.407	14617.79	58356.33	24.8199	99.0848
3600.00	3640.00	3620.00	944.325	15562.11	58284.15	26.4233	98.9623
3640.00	3680.00	3660.00	1300.415	16862.53	58214.33	28.6313	98.8437
3680.00	3720.00	3700.00	1635.734	18498.26	58214.30	31.4087	98.8436
3720.00	3760.00	3740.00	1697.621	20195.88	58135.97	34.2911	98.7107
3760.00	3800.00	3780.00	1637.563	21833.44	58039.75	37.0716	98.5473
3800.00	3840.00	3820.00	1854.915	23688.36	57932.32	40.2211	98.3649
3840.00	3880.00	3860.00	2277.387	25965.75	57805.77	44.0879	98.1500
3880.00	3920.00	3900.00	2839.303	28805.05	57687.82	48.9089	97.9497
3920.00	3960.00	3940.00	3197.957	32003.01	57524.57	54.3388	97.6725
3960.00	4000.00	3980.00	3493.732	35496.74	57316.99	60.2709	97.3201
4000.00	4040.00	4020.00	3662.494	39159.23	57034.52	66.4895	96.8405
4040.00	4080.00	4060.00	3186.488	42345.72	56600.98	71.9000	96.1043
4080.00	4120.00	4100.00	3182.470	45528.19	55920.67	77.3036	94.9492
4160.00	4120.00	4140.00	3086.113	48614.30	54981.05	82.5436	93.3538
4160.00	4200.00	4180.00	2800.566	51414.87	53595.79	87.2987	91.0017
4200.00	4240.00	4220.00	2180.917	53595.79	51414.87	91.0017	87.2987
4240.00	4280.00	4260.00	1385.263	54981.05	48614.30	93.3538	82.5436
4280.00	4320.00	4300.00	939.625	55920.67	45528.19	94.9492	77.3036
4320.00	4360.00	4340.00	680.303	56600.98	42345.72	96.1043	71.9000
4360.00	4400.00	4380.00	433.540	57034.52	39159.23	96.8405	66.4895
4400.00	4440.00	4420.00	282.477	57316.99	35496.74	97.3201	60.2709
4440.00	4480.00	4460.00	207.575	57524.57	32003.01	97.6725	54.3388
4480.00	4520.00	4500.00	163.256	57687.82	28805.05	97.9497	48.9089
4520.00	4560.00	4540.00	117.942	57805.77	25965.75	98.1500	44.0879
4560.00	4600.00	4580.00	126.553	57932.32	23688.36	98.3649	40.2211
4600.00	4640.00	4620.00	107.434	58039.75	21833.44	98.5473	37.0716
4640.00	4680.00	4660.00	96.219	58135.97	20195.88	98.7107	34.2911
4680.00	4720.00	4700.00	78.325	58214.30	18498.26	98.8436	31.4087
4700.00	4742.00	4721.00	0.036	58214.33	16862.53	98.8437	28.6313
4720.00	4760.00	4740.00	69.816	58284.15	15562.11	98.9623	26.4233
4760.00	4800.00	4780.00	72.178	58356.33	14617.79	99.0848	24.8199
4800.00	4840.00	4820.00	65.494	58421.82	13625.38	99.1960	23.1349
4840.00	4873.00	4856.50	1.911	58423.73	12584.77	99.1993	21.3680
4880.00	4880.00	4860.00	52.070	58475.80	11691.68	99.2877	19.8516
4880.00	4920.00	4900.00	54.527	58530.33	11687.07	99.3802	19.8438
4920.00	4960.00	4940.00	38.825	58569.15	10631.02	99.4462	18.0507
4960.00	5000.00	4980.00	24.720	58593.87	9524.63	99.4881	16.1721
5000.00	5040.00	5020.00	26.707	58620.58	8599.93	99.5335	14.6021
5040.00	5080.00	5060.00	23.622	58644.20	7867.10	99.5736	13.3578

5080.00	5120.00	5100.00	20.734	58664.94	7179.16	99.6088	12.1897
5120.00	5160.00	5140.00	12.930	58677.87	6511.21	99.6308	11.0556
5160.00	5200.00	5180.00	18.652	58696.52	5925.64	99.6624	10.0613
5200.00	5240.00	5220.00	15.937	58712.46	5369.97	99.6895	9.1178
5240.00	5280.00	5260.00	12.704	58725.16	4786.78	99.7111	8.1276
5280.00	5320.00	5300.00	17.466	58742.63	4328.25	99.7407	7.3491
5320.00	5360.00	5340.00	13.754	58756.38	3894.73	99.7641	6.6130
5360.00	5400.00	5380.00	10.587	58766.97	3503.88	99.7820	5.9493
5400.00	5440.00	5420.00	10.773	58777.74	3131.16	99.8003	5.3165
5440.00	5480.00	5460.00	14.865	58792.61	2817.07	99.8256	4.7832
5480.00	5520.00	5500.00	12.527	58805.13	2542.91	99.8468	4.3177
5520.00	5560.00	5540.00	8.410	58813.54	2265.56	99.8611	3.8468
5560.00	5600.00	5580.00	12.845	58826.39	2021.42	99.8829	3.4322
5600.00	5640.00	5620.00	9.990	58836.38	1847.47	99.8999	3.1369
5640.00	5680.00	5660.00	13.653	58850.03	1674.53	99.9231	2.8432
5680.00	5720.00	5700.00	12.679	58862.71	1485.58	99.9446	2.5224
5720.00	5760.00	5740.00	14.291	58877.00	1276.10	99.9689	2.1667
5760.00	5800.00	5780.00	11.461	58888.46	1003.59	99.9883	1.7040
5800.00	5840.00	5820.00	4.621	58893.08	760.63	99.9962	1.2915
5840.00	5880.00	5860.00	2.045	58895.13	523.00	99.9996	0.8880
5880.00	5897.00	5888.50	0.208	58895.34	164.38	100.0000	0.2791

Fuente: Los Autores

Anexo B. 4: Cuadro Mediana de Altitud Río San Pedro

Cota Baja	Cota Alta	Altura	Area Parcial (ha)	Area debajo (ha)	Area por encima (ha)	% por debajo	% por encima
2440.00	2480.00	2460.00	243.581	243.58	74945.72	0.3250	100.0000
2480.00	2520.00	2500.00	1738.008	1981.59	74945.67	2.6440	99.9999
2520.00	2560.00	2540.00	2354.177	4335.77	74944.41	5.7852	99.9983
2560.00	2600.00	2580.00	1474.556	5810.32	74943.04	7.7527	99.9964
2600.00	2640.00	2620.00	1204.288	7014.61	74942.07	9.3596	99.9951
2640.00	2680.00	2660.00	1344.195	8358.81	74942.05	11.1531	99.9951
2680.00	2720.00	2700.00	1480.599	9839.40	74940.01	13.1287	99.9924
2720.00	2760.00	2740.00	1617.312	11456.72	74936.68	15.2867	99.9879
2760.00	2800.00	2780.00	1948.415	13405.13	74932.81	17.8865	99.9828
2800.00	2840.00	2820.00	2419.114	15824.25	74926.01	21.1143	99.9737
2840.00	2880.00	2860.00	2469.995	18294.24	74917.24	24.4100	99.9620
2880.00	2920.00	2900.00	2222.168	20516.41	74904.48	27.3750	99.9450
2920.00	2960.00	2940.00	2455.349	22971.76	74890.74	30.6512	99.9266
2960.00	3000.00	2980.00	2637.453	25609.21	74878.94	34.1703	99.9109
3000.00	3040.00	3020.00	2931.211	28540.42	74860.71	38.0815	99.8866
3040.00	3080.00	3060.00	2928.259	31468.68	74839.61	41.9886	99.8584
3080.00	3120.00	3100.00	2698.125	34166.81	74839.49	45.5887	99.8583
3120.00	3160.00	3140.00	2559.824	36726.63	74816.95	49.0043	99.8282
3160.00	3200.00	3180.00	2072.973	38799.60	74791.17	51.7703	99.7938
3200.00	3240.00	3220.00	1974.648	40774.25	74760.95	54.4050	99.7535
3240.00	3280.00	3260.00	1926.444	42700.69	74724.41	56.9755	99.7047
3280.00	3320.00	3300.00	2092.038	44792.73	74675.18	59.7669	99.6390
3320.00	3360.00	3340.00	2075.603	46868.34	74624.46	62.5364	99.5713
3360.00	3400.00	3380.00	2290.587	49158.92	74562.08	65.5927	99.4881
3400.00	3440.00	3420.00	2548.067	51706.99	74474.53	68.9926	99.3713
3440.00	3480.00	3460.00	2441.606	54148.60	74367.94	72.2504	99.2291
3480.00	3520.00	3500.00	2142.972	56291.57	74217.04	75.1098	99.0277
3520.00	3560.00	3540.00	1882.786	58174.35	74024.71	77.6220	98.7711
3560.00	3600.00	3580.00	1640.584	59814.94	73769.84	79.8110	98.4310
3600.00	3640.00	3620.00	1392.226	61207.16	73449.12	81.6687	98.0031
3640.00	3680.00	3660.00	1326.335	62533.50	73072.89	83.4384	97.5011
3680.00	3720.00	3700.00	1295.534	63829.03	73071.10	85.1670	97.4987
3720.00	3760.00	3740.00	1190.997	65020.03	72582.36	86.7562	96.8466
3760.00	3800.00	3780.00	1176.166	66196.20	72011.07	88.3255	96.0843
3800.00	3840.00	3820.00	1026.194	67222.39	71380.61	89.6948	95.2431
3840.00	3880.00	3860.00	990.821	68213.21	70697.89	91.0168	94.3321
3880.00	3920.00	3900.00	938.419	69151.63	69993.87	92.2690	93.3928
3920.00	3960.00	3940.00	842.239	69993.87	69151.63	93.3928	92.2690
3960.00	4000.00	3980.00	704.021	70697.89	68213.21	94.3321	91.0168
4000.00	4040.00	4020.00	682.717	71380.61	67222.39	95.2431	89.6948
4040.00	4080.00	4060.00	630.464	72011.07	66196.20	96.0843	88.3255
4080.00	4120.00	4100.00	571.289	72582.36	65020.03	96.8466	86.7562

4120.00	4160.00	4140.00	488.740	73071.10	63829.03	97.4987	85.1670
4160.00	4199.00	4179.50	1.789	73072.89	62533.50	97.5011	83.4384
4160.00	4200.00	4180.00	376.234	73449.12	61207.16	98.0031	81.6687
4200.00	4240.00	4220.00	320.713	73769.84	59814.94	98.4310	79.8110
4240.00	4280.00	4260.00	254.876	74024.71	58174.35	98.7711	77.6220
4280.00	4320.00	4300.00	192.322	74217.04	56291.57	99.0277	75.1098
4320.00	4360.00	4340.00	150.907	74367.94	54148.60	99.2291	72.2504
4360.00	4400.00	4380.00	106.583	74474.53	51706.99	99.3713	68.9926
4400.00	4440.00	4420.00	87.550	74562.08	49158.92	99.4881	65.5927
4440.00	4480.00	4460.00	62.381	74624.46	46868.34	99.5713	62.5364
4480.00	4520.00	4500.00	50.719	74675.18	44792.73	99.6390	59.7669
4520.00	4560.00	4540.00	49.230	74724.41	42700.69	99.7047	56.9755
4560.00	4600.00	4580.00	36.545	74760.95	40774.25	99.7535	54.4050
4600.00	4640.00	4620.00	30.221	74791.17	38799.60	99.7938	51.7703
4640.00	4680.00	4660.00	25.778	74816.95	36726.63	99.8282	49.0043
4680.00	4720.00	4700.00	22.535	74839.49	34166.81	99.8583	45.5887
4720.00	4722.00	4721.00	0.127	74839.61	31468.68	99.8584	41.9886
4720.00	4760.00	4740.00	21.095	74860.71	28540.42	99.8866	38.0815
4760.00	4800.00	4780.00	18.235	74878.94	25609.21	99.9109	34.1703
4800.00	4840.00	4820.00	11.799	74890.74	22971.76	99.9266	30.6512
4840.00	4880.00	4860.00	13.744	74904.48	20516.41	99.9450	27.3750
4880.00	4920.00	4900.00	12.759	74917.24	18294.24	99.9620	24.4100
4920.00	4960.00	4940.00	8.770	74926.01	15824.25	99.9737	21.1143
4960.00	5000.00	4980.00	6.800	74932.81	13405.13	99.9828	17.8865
5000.00	5040.00	5020.00	3.863	74936.68	11456.72	99.9879	15.2867
5040.00	5080.00	5060.00	3.328	74940.01	9839.40	99.9924	13.1287
5080.00	5120.00	5100.00	2.045	74942.05	8358.81	99.9951	11.1531
5120.00	5106.00	5113.00	0.017	74942.07	7014.61	99.9951	9.3596
5120.00	5160.00	5140.00	0.977	74943.04	5810.32	99.9964	7.7527
5160.00	5200.00	5180.00	1.366	74944.41	4335.77	99.9983	5.7852
5200.00	5240.00	5220.00	1.254	74945.67	1981.59	99.9999	2.6440
5240.00	5245.00	5242.50	0.053	74945.72	243.58	100.0000	0.3250

Fuente: Los Autores

Anexo B.5: Simbología de las Zonas de Vida

Zonas de Vida	Símbolo	Zonas de Vida	Símbolo
Tundra seca alpina	I	Bosque húmedo montano bajo	XX
Tundra húmeda alpina	II	Bosque muy húmedo montano bajo	XXI
Tundra muy húmeda alpina	III	Bosque pluvial montano bajo	XXII
Tundra fluvial alpina	IV	Desierto premontano	XXIII
Desierto subalpino	V	Maleza desértica premontana	XXIV
Maleza desértica subalpina	VI	Monte espinoso premontano	XXV
Monte húmedo subalpino	VII	Bosque seco premontano	XXVI
Monte muy húmedo o páramo subalpino	VIII	Bosque húmedo premontano	XXVII
Monte pluvial o páramo pluvial subalpino	IX	Bosque muy húmedo premontano	XXVIII
Desierto montano	X	Bosque pluvial premontano	XXIX
Maleza desértica montano	XI	Desierto tropical	XXX
Estepa Montano	XII	Maleza desértica tropical	XXXI
Bosque húmedo montano	XIII	Monte espinoso tropical	XXXII
Bosque muy húmedo montano	XIV	Bosque muy seco tropical	XXXIII
Bosque pluvial montano	XV	Bosque seco tropical	XXXIV
Desierto montano bajo	XVI	Bosque húmedo tropical	XXXV
Maleza desértica montano bajo	XVII	Bosque muy húmedo tropical	XXXVI
Estepa espinosa montano bajo	XVIII	Bosque pluvial tropical	XXXVII
Monte seco montano bajo	XIX		

Fuente: CIDIAT

Anexo B.6: Grado de Semejanza de la vegetación existente

Grado de Semejanza (%)	Índice	Niveles
81 - 100	$(ZV)_1$	Altamente semejante
61 - 80	$(ZV)_2$	Semejante
41 - 60	$(ZV)_3$	Medianamente semejante
21 - 40	$(ZV)_4$	Baja semejanza
1 - 20	$(ZV)_5$	Ninguna semejanza

Fuente: CIDIAT

Anexo B.7: Simbología de la Degradación Específica

Calificación	Degradación (m ³ /Km ² /año)	Símbolo
Denudación geológica normal	0 - 100	D1
Erosión débil	100 - 1000	D2
Erosión media	1000 - 2000	D3
Erosión fuerte	2000 - 3000	D4
Erosión excesiva	> de 3000	D5

Fuente: CIDIAT

Anexo B.8: Simbología Aporte de Sedimentos

Aporte de Sedimentos (m ³ /Km ² /año)	Calificación	Símbolo
0 - 100	Insignificante	d1
100 - 200	Muy baja	d2
200 - 500	Baja	d3
500 - 1000	Mediana	d4
1000 - 2000	Alta	d5
> 2000	Muy alta	d6

Fuente: CIDIAT

Anexo B.9 Simbología de la Pendiente Media

Pendiente Media	Relieve	Símbolo
0 - 12 %	Suave	P1
12 - 25 %	Moderado	P2
25 - 50 %	Pronunciado	P3
50 - 75 %	Muy pronunciado	P4
> 75 %	Escarpado	P5

Fuente: CIDIAT

Anexo B.10 Disgregabilidad de las rocas

ROCAS DURAS L1	Sedimentarias (L11)	Calizas muy duras Dolomitas duras Cuarcitas Pizarras duras Conglomerados de cemento duro
	Eruptiva (L12)	Granito Sianitas, Basaltos
	Metamórficas (L13)	Gacis, pizarra micácea Filitas, Esquistos
ROCAS FIABLES O DESMENUZABLES L2	Sin Carbonatos ni sulfatos (L21)	Arenisca Pizarras Calizas
	Con Carbonatos (L22)	Dolomitas, Margas Molazas
	Con Sulfatos (L23)	Yesos
	De composición variables (L24)	Flysh Conglomerados de cemento blanco
CAPAS DE DEPOSITOS MUERTOS L3	Depósitos fluviales (L31)	Depósitos arenosos Depósitos arcillosos
	Terrazas fluviales diluviales (L32)	Depósitos intermedios
	Morrenas glaciares (L33)	
	Depósitos coluviales estabilizados (L34)	
	Depósitos eólicos (L35)	
CAPAS DE DEPOSITOS NO ESTABILIZADOS OVIVOS L4	Depósitos coluviales no estabilizados (L41)	
	Lechos de deyección de torrentes (L42)	
	Vegas o aluviones recientes (L43)	

Fuente: CIDIAT

Anexo B.11 Suceptibilidad a la Erosión

ROCA	TEXTURA DE LOS SUELOS	SUCEPTIBILIDAD A LA EROSION		
		E1	E2	E3
Granito	Areno-arcilloso	x		
Lionita	Areno-arcilloso	x		
Diorita	Arenoso	x		
Monzonita	Arenoso	x		
Pegmatita	Arenoso	x		
Granodiorita	Arenoso	x		x
Craquita	Areno-arcilloso	x		
Fonolita	Areno-arcilloso	x		
Andesita	Arenoso	x		
Gabro	Arena fina o media			X
Basalto	Arcilloso	x		
Apleta	Arcilloso	x		
Riolita	Limoso o arcilloso		x	
Dasita	Arenoso	x		
Felicita	Arenoso			X
Ceniza volcánica	Arcilloso-arenoso			X
Piedra poméz	Arenoso			X
Perinolitas	Arena media a fina	x		
Brechas	Arcilloso	x		X
Areniscas	Arenoso	x		X
Caliza	Arenoso	x		
Lodositas	Arcilloso			X
Turbas	Limo-arcilloso		x	
Diatomitas	Arcilloso			X
Fosforitas	Arcilloso			X
Tobas	Arcilloso			X
Arkosa	Graba residual	x	x	
Lutitas	Arcilloso			X
Siderita	Arenoso		x	
Conglomerados	Arenoso	x		
Gneiss	Arenoso	x		
Pizarras	Arcilloso		x	X
Grafito	Limoso-arcilloso			X
Cuarcita	Arenoso	x		
Serpentina	Arcilloso	x		X
Esquistos	Arcilloso	x		X
Filitas	Arcilloso			X
Limonitas	Limoso	x		X
E1: Poco susceptible a la erosión.				
E2: Moderadamente susceptible a la erosión.				
E3: Altamente susceptible a la erosión.				

Fuente: CIDIAT

Anexo B.12 Simbología de la Cobertura actual del proceso erosivo

Porcentaje de la subcuenca Afectado por la erosión	Símbolo
1 - 20 %	E1
21 - 40%	E2
41 - 60%	E3
61 - 80%	E4
81 - 100 %	E5

Fuente: CIDIAT

Anexo B.13 Caracterización Cobertura Vegetal

CARACTERIZACION COBERTURA VEGETAL		
SIMBOLO	TIPO DE COBERTURA	INDICE DE PROTECCIÓN
<i>VEGETACION LENOSA</i>		
1a	Bosque denso (sin erosión)	1
1b	Bosque claros (densidad 0.3- 0.7) con sustrato herbáceo denso	0.8 - 0.9
1c	Bosque claros con sustrato herbáceos degradado y erosión importante	0.4 - 0.6
2a	Matorral monte bajo sin erosión	0.8 - 0.9
2b	Matorral de degradación con erosión aparente	0.4 - 0.5
<i>VEGETACION HERBACEA</i>		
3a	Pastizales completos de plantas vivaceas sin erosión aparente	0.8 - 0.9
3b	Pastizales degradados de plantas vivaceas con erosión aparente	0.4 - 0.5
3c	Pastizales anuales completos con índice de erosión aparente	0.6 - 0.7
3d	Pastizales anuales degradados con erosión potente	0.3 - 0.4
4	Terrenos totalmente erosionados o desnudos	0
<i>TIERRAS CULTIVADAS</i>		
5a	Cultivos anuales sobre terrazas	0.7 - 0.8
5b	Cultivos anuales sin terrazas	0.2 - 0.4
6	Cultivos de plantas leguminosas	0.6 - 0.8
<i>FORRAJERAS</i>		
7a	Huerto sobre terrazas	0.8 - 0.9
7b	Huerto sin terrazas	0.5 - 0.6
8	Terrenos llanos o casi llanos	1

Fuente: CIDIAT

Anexo B.14 Simbología de la Cobertura Vegetal

Índice de protección total	Símbolo	Tipo de Protección
1	V1	Excelente
0.8 - 0.99	V2	Muy Buena
0.6 - 0.79	V3	Buena
0.4 - 0.59	V4	Media
0.2 - 0.39	V5	Mala
0.1 - 0.19	V6	Muy Mala
0.0	V7	Nula

Fuente: CIDIAT

Anexo C: Foto 1



Fisiografía y Relieve: Ilinizas

Anexo C: Foto 2



Geología: Lava/Volcánicos Cotopaxi (Río Pita)

Anexo C: Foto 3



Geomorfología: Colinas Medianas

Anexo C: Foto 4



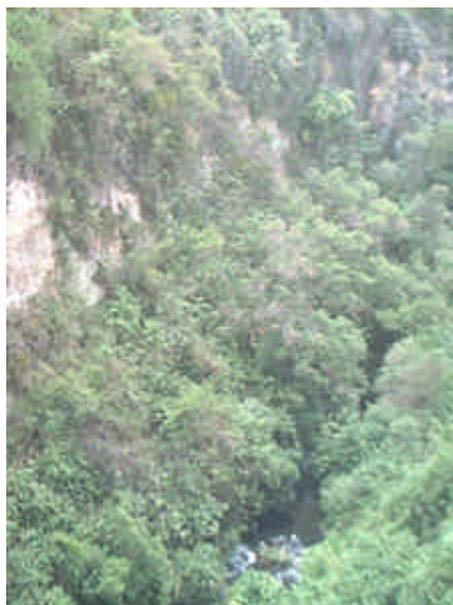
Hidrografia: Río San Pedro

Anexo C: Foto 5



Hidrografia: Río Pita

Anexo C: Foto 6



Hidrografia: Río Santa Clara

Anexo C: Foto 7



Suelos: Alternancia de diferentes tipos de suelos

Anexo C: Foto 8



Uso Actual

Anexo C: Foto 9



Zonas de Vida: Páramo (El Pedregal)

Anexo C: Foto 10



Flora: Vegetación arbustiva característica

Anexo C: Foto 11



Fauna: Ganado Vacuno

Anexo C: Foto 12



Desarrollo y crecimiento poblacional: San Rafael

Anexo C: Foto 13



Distribución Poblacional: Machachi

Anexo C: Foto 14



Toma de muestras sedimentos: Río Pita

Anexo C: Foto 15



Cobertura del Proceso erosivo

Anexo C: Foto 16



Capacidad de Uso: Cultivos con métodos sencillos

Anexo C: Foto 17



Conflictos Ambientales: Sobre-utilización del suelo

ANEXO D: LEYENDAS

ANEXO D: Leyenda 1. Geología

Depósito Lagunar de Ceniza (QL).- El valle de Machachi fue ocupado por un lago en el que se depositó ceniza acarreada por el viento. Esta ceniza lacustre es café oscura, de grano fino y ocasionalmente contiene fragmentos de pómez.

Depósitos Fluvio-glaciario (gu).- Son depósitos de cantos rodados y guijarros andésiticos con bandas ocasionales de material arenaceo estratificada horizontalmente.

Depósitos Aluviales (da) y Coluviales (dc).- Están relacionados con desprendimiento de material debido a la acción de fallas y fracturas en el caso de los coluviales y al arrastre y deposición de los ríos en el caso de los aluviales, en los primeros el material es heterogéneo en el tamaño y la deposición, en los segundos existe una clasificación grosera.

Sedimentos Chiche (Pch).- Consiste en conglomerados redondos, arenas gruesas duras, capas de ceniza y tobas bien estratificadas.

Depósito Glaciario (dg).- Se los encuentra principalmente en los valles sobre rocas de la Formación Pisayambo (PLp) y en las faldas de los volcanes Sincholahuá, Rumiñahui y Pasochoa, estos depósitos constan fundamentalmente de barros, arenas y bloques de variado tamaño y forma distribuidos caóticamente. Tillitas, que tienen fragmentos de varios tamaños de andesita con diferentes colores y texturas, en una matriz de polvo de roca, ocurre en la vecindad de las montañas.

Formación Pisayambo (PLp).- Denominada así por los afloramientos encontrados cerca de la laguna de pisayambo a treinta kilómetros al sur oeste de Latacunga. La formación consiste de una potente secuencia volcánica que cubre a manera de manto una gran extensión en la cordillera Real. Esta formación ha sido dividida en dos partes: una inferior y otra superior, en la

primera predominan piroclásticos, brechas gruesas y conglomerados, en la segunda predominan flujos de lava andesita-basálticas masivas.

Grupo Cangagua (Qc).- Es un depósito de toba y ceniza bastante extenso y con una litología constante sobre todo el terreno, forma un manto generalmente de unos 30m que descansa sobre la superficie antigua, pero al sur la potencia pasa los 100m. Ahora se ven las rocas antiguas principalmente en los lugares donde los ríos y quebradas han cortado la cangagua, o en escarpas de fallas.

Hay lugares donde la geomorfología esta conservada debajo de la cangagua la litología predominante es de toba de grano medio y color café amarillo. Entre las capas inferiores se presentan dos capas principales de pómez: La inferior de 2 a 4 m. de espesor, separada de la superior de 1 a 2m por una capa de cangagua de también de 1 a 2 m.

Las capas basales de la cangagua a lo largo del valle del río San Pedro están bien estratificadas y son más variables que las superiores. La edad no es bien conocida, madera encontrada debajo de la base de cangagua dio una edad de más de 48800 años A.P.

Lahar (Lh).- En la zona norte de Sangolquí hay una capa con espesor variable de 0 a 4 m. de bloques, cantos y piedras en una matriz tobácea y sin estratificación. Es muy probable que su origen sea el derretimiento de la nieve del Cotopaxi durante una erupción holocénica. Mas al sur hacia el Cotopaxi los boques son más grandes.

Volcánicos Atacazo, Iliniza y Corazón (PA).- Estas rocas están expuestas únicamente en las partes más altas de los tres volcanes y en un cono parásito del Iliniza (Chaupi). Las pendientes más bajas están cubiertas por Cangagua. Aunque cubierto, el límite de estos volcánicos está marcado por un cambio de pendiente.

Los volcanes están formados principalmente por flujos de lava andesítica, los picos del Illiniza parecen ser remanentes de un gran cráter, subsecuentemente destruido en gran escala, probablemente por actividad glaciar.

Los otros volcanes tienen cráteres abiertos en sus lados occidentales. Petrográficamente las andesitas son marcadamente similares a través de todos estos focos; son melanocráticas y mesocráticas con fenocristales grandes de piroxeno monoclinico y ortorómbico y de plagioclasa zonada, dentro de una matriz usualmente oscura de grano fino o vidriosa.

Volcánicos Cotopaxi (Qx).- Es un gran estrato volcán cuyo cono está formado por lavas y productos piroclásticos, el edificio se destaca en una vasta planicie formada por intensos lahares provenientes del mismo volcán. Existe un doble cráter, el interior y más joven se formó a principios de siglo, el exterior se formó sobre un antiguo volcán del que queda como remanente el pico Morurco en el flanco Sur.

Volcánicos del Rumiñahui (Pu).- Las partes más altas del Rumiñahui están compuestas de rocas muy diferentes de las de los volcanes Atacazo e Illiniza al Oeste. Existen mayormente tobas de material andesítico cortadas por diques andesíticos. Las pendientes más bajas del Rumiñahui y las faldas occidentales del Pasochoa están cubiertas por cangagua.

Volcánicos Pasochoa (Pps).- Se alinean conjuntamente con el volcán Ilalo a lo largo de una gran falla de dirección aproximada NS, se nota que los tres tienen sus calderas colapsadas hacia el Oeste. La masa rocosa de estos volcanes está constituida por andesitas piroxénicas, además se observa la existencia de filones de basalto que atraviesan en forma vertical y transversal los estratos de lavas y piroclastos tanto en el uno como en el otro, son basaltos feldespáticos con pequeñas cantidades de olivino.

Volcánicos Sincholagua (Psn).- Se encuentra al suroeste de la ciudad de Quito a aproximadamente 40 Km. de distancia. Los cerros Curiquingue y Maurarodeo sirven de unión entre los edificios más antiguos Sincholagua y Antisana, esta vieja estructura está conformada

por andesitas piroxénicas con elevado porcentaje de cuarzo dando un tipo de roca relativamente ácida.

La forma cónica del volcán ha desaparecido casi totalmente a causa de la intensa erosión glacial a la que ha sido sometido durante el Pleistoceno, originando en los flancos del volcán profundos nichos y quebradas.

Andesitas piroxénicas, anfibólicas y biotíticas son las rocas representantes de las actividades más modernas del volcán y parece que la presencia de bloques de dacitas es el testigo de la última fase de actividad volcánica.

Flujo de lava.- Se denomina flujo de lava Antisanilla se origino de un evento en la quebrada Guapal al sur de Píntag, mide aproximadamente 11 Km de largo por dos de ancho, según Wolf (1982) la erupción se produjo en el año 1760.

ANEXO D: Leyenda 2. Geomorfología

Cono Adventicio.- Son conos simples que están compuestos por material piroclástico. Se encuentra en las laderas de un volcán.

Depósito Aluvial (da).- Se encuentran en las planicies y orillas de los ríos formando franjas estrechas a lo largo de los mismos. Son el producto del arrastre y el depósito de los ríos. Los materiales presentan una clasificación grosera.

Depósito Coluvial (dc).- Están localizados al pie de las pendientes formados por materiales heterogéneos en tamaño y depósito. Son prominentes de superficies planas, por un lado son producto de la erosión de las rocas debido a los diferentes agentes erosivos, y de fallas y facturas por otro.

Depósito Glaciar (dg).- El Iliniza sur, Cotopaxi y Sincholagua tienen una capa de hielo permanente. Sin embargo, en las etapas de glaciación pleistocénica la capa de hielo fue más extensa, como lo indican los circos glaciales, y los valles en U alrededor de las montañas.

Lahar (Lh).- Actividad volcánica en edificios volcánicos que en sus partes altas tenga un casquete glaciar, se depositan sobre topografías planas onduladas. Es una mezcla de sedimentos de todos los tamaños y agua lodosa que se desplaza velozmente desde las laderas de un volcán.

ANEXO D: Leyenda 3. Suelos

Orden Entisoles

Son aquellos suelos que aquellos suelos que tienen muy poca o ninguna evidencia de formación de horizontes pedogénicos. Las razones para que no se hayan desarrollado o formado los horizontes, en mucho de los suelos el tiempo de desarrollo ha sido muy corto, otros se encuentran sobre fuertes pendientes sujetas a erosión y otros están sobre planicies de inundación.

Pero no todos los entisoles son suelos jóvenes, existen algunos que se han formado sobre materiales muy antiguos pero contienen arena de cuarzo y otros materiales muy pobres que no forman horizontes sino con extrema lentitud.

Se presentan en general en cualquier régimen climático. Suelen ocurrir sobre pendientes fuertes en las cuales la pérdida del suelo es más rápida que su formación, o donde la acumulación de materiales es continua, como en las llanuras aluviales, dunas, estuarios, etc. o lavas.

Las condiciones de poco espesor limitan su uso; los principales problemas para su aprovechamiento constituyen la erosión, rocosidad, excesivos materiales gruesos, susceptibilidad a la inundación, saturación permanente de agua.

Suborden Orthents

Son los entisoles primarios, formados sobre superficie de erosión reciente. La erosión puede ser de origen geológico o **producto de cultivo intenso** u otros factores que han removido o truncado completamente los horizontes del suelo, dejando expuesto a la superficie material mineral primario grueso como arenas, gravas, piedras, etc., o material cementado (cancagua). Si sostienen vegetación está es muy escasa o no existe.

Dentro de este suborden y de acuerdo a las condiciones de humedad y temperatura en nuestra área se identifican el siguiente Grande Grupo:

Ustorthents

En nuestro caso se encuentran en zonas frías y templadas. Se distribuyen sobre relieves accidentados de las vertientes de la cordillera o también sobre relieves de pendientes suaves cerca de los volcanes.

Suborden Psamments

Son entisoles con predominio de materiales arenosos de depósitos recientes. Tienen muy baja capacidad de retención de agua y cuando están secos y descubiertos son muy susceptibles principalmente a la erosión eólica, su contenido de materia orgánica es bajo (< 1 %) y en general son muy profundos.

Torripsamments

Son los Psamments de climas muy secos y cálidos. Se localizan en las zonas litorales o marinas, playas antiguas y /o actuales. Se caracterizan por presentar conchas marinas, material calcareo y sal.

Orden Inceptisoles

Evidencian un incipiente desarrollo, dando lugar a la formación de algunos horizontes alterados. Constituyen una etapa subsiguiente de evolución, con relación de los Entisoles, pero son considerados como inmaduros en su evolución.

Ocurren en cualquier tipo de clima y se han originado a partir de diferentes materiales resistentes o cenizas volcánicas; en posiciones de relieve extremo, fuertes pendientes o depresiones o superficies geomorfológicas jóvenes.

El uso de estos suelos es muy diverso y variado, las áreas de pendientes son más apropiadas para la reforestación mientras que los suelos de depresiones con drenaje artificial pueden ser cultivados intensamente. Los subordenes se identifican por la humedad, temperatura y mineralogía del suelo.

Suborden Andepts

Son los Inceptisoles originados de cenizas volcánicas y su ocurrencia está en o cerca de las montañas que tiene actividad volcánica. Se presentan casi sin restricciones de drenaje, tienen una baja densidad aparente., alta capacidad de intercambio cationico y alto contenido de materiales piroclásticos. Se encuentran bajo diversas formas de vegetación de acuerdo a la región climática.

Característica principal de estos suelos es que debido a que pueden ser originados de diferentes aportes volcánicos, presentan muchas veces horizontes “enterrados” que corresponden a anteriores capas superficiales ricas en materia orgánica. Los Grandes Grupos se definen en función de los criterios de saturación de bases y retención de humedad.

Distrandepts

Son los Andepts que poseen una retención de humedad inferior al 100%, gran cantidad de carbón orgánico y un bajo contenido de bases. Se han desarrollado en climas húmedos pero con estaciones secas. Los minerales normalmente han sido alterados, existiendo gran cantidad de vidrio volcánico dentro del primer metro de profundidad.

Poseen un alto poder de fijación de fósforo, lo cual limita su capacidad de uso. Son profundos de color muy negro en las zonas frías y amarillento en las zonas cálidas y templadas.

Se localizan en las partes altas de las montañas bajo condiciones climáticas húmedas y nubosas; presentan texturas medias: franco a franco limoso, alto contenido de materia orgánica y potasio y pobres en nitrógeno y fósforo.

Cuando la temperatura del suelo es inferior a los 10°C se los denomina CRIANDEPTS se encuentran bajo cultivos de altura cereales, papas y pastizales, así como también bajo bosques y vegetación natural.

Sus limitantes para uso agropecuario son las fuertes pendientes, la baja fertilidad y bajas temperaturas.

Vitrandepts

Son caracterizados por la presencia de grandes cantidades de materiales piroclásticos como vidrio, ceniza y poméz. De texturas arenosas francas, franco arenosas y a veces gravillosos, la saturación de bases es variable de acuerdo a la naturaleza de la ceniza o el poméz y la precipitación. Son profundos de colores pardo oscuros, con un bajo contenido de materia orgánica; ph ligeramente ácido y baja retención de humedad. Son aptos para los cultivos, especialmente bajo riego, teniendo como limitaciones su permeabilidad y baja fertilidad.

Suborden Tropepts

Inceptisoles que no tienen una cantidad significativa de materiales piroclásticos en su constitución mineralógica. Son suelos de colores pardos o rojizos. En régimen húmedo su vegetación normalmente es el bosque de hojas anchas siempre verde. Los Grandes Grupos determinados por el contenido de bases determinado por el régimen de humedad son:

Distropepts

Son los tropepts ácidos, parduzcos o rojizos, formados a partir de rocas ácidas de diverso origen o bajo condiciones de altas precipitaciones. Esta precipitación puede ser bien distribuida o estacional. Tienen muy baja saturación de bases, texturas finas y pesadas y de muy baja fertilidad. El uso de estos suelos es bastante restringido por los limitantes de baja fertilidad y toxicidad aluminica.

Orden Mollisoles

Son en su mayoría suelos de color negro; ricos en bases de cambio, muy comunes de las áreas originalmente de praderas que han dado lugar a la formación de un horizonte superior y de gran espesor, oscuro, con abundantes materiales orgánicos. De acuerdo a las condiciones de humedad se tiene los siguientes subordenes:

Suborden Udolls

Son los Mollisoles de las regiones con climas húmedos, por lo que el suelo no permanece seco ni siquiera 90 días al año o 60 días acumulativos. En cuanto a temperatura pueden desarrollarse bajo condiciones que van de frías a cálidas. La mayoría de estos suelos se hallan cultivados, siendo los cereales y el maíz los cultivos más importantes. Los Grandes Grupos se especifican de acuerdo a la presencia de capas y horizontes diagnósticos

Duriudolls

Son Udolls de zonas frías a templadas que se han desarrollado sobre depósitos de ceniza antigua dura y cementada (canguagua). Se caracterizan por presentar colores negros o pardo oscuros, textura arcillo arenosa, pH neutro y buena fertilidad natural. La capa de canguagua subyacente se

encuentra siempre a menos de un metro de profundidad. Son aptos para cultivos especialmente de aquellos que no tienen raíces profundas como las hortalizas.

Hapludolls

Están desarrollados a partir de cenizas volcánicas recientes, suaves y permeables, se presentan en color negro, de texturas arcillo arenosas o limosas con arenas a veces con grava y piedras, ph ligeramente ácido y buena fertilidad.

Por sus buenas condiciones de fertilidad y manejo son muy aptos para toda clase de cultivos.

Argiudolls

Udolls que se caracterizan texturas arcillosas o arcillo arenosas con ph ligeramente ácido y buena fertilidad natural, pudiendo encontrarse canguagua a más de un metro de profundidad. Desarrollados sobre proyecciones volcánicas de cenizas recientes suaves y permeables en climas húmedos y templados. Son suelos muy aptos para la agricultura y ganadería.

Suborden Ustolls

La sequedad es frecuente en estos suelos por lo cual casi siempre se necesita de irrigación artificial para los cultivos. Entre los Grandes Grupos se tiene:

Haplustolls

Son suelos profundos, arenosos finos o franco limosos con incremento de arcilla en profundidad, de ph neutro a ligeramente alcalino y buena fertilidad natural.

Son suelos aptos para la agricultura.

Argiustolls

Se han desarrollado sobre depósitos coluviales de diferente origen, cenizas y mezclas de gravas, piedras, arenas, conglomerados y cantos rodados. Son suelos negros de textura arcillo-arenosa a limo-arenosa a veces mezclada con gravas; ph neutro; alta saturación en bases y buena fertilidad natural. Su mejor aprovechamiento es en cultivos anuales y frutales.

ANEXO D: Leyenda 4. Uso Actual y Cobertura Vegetal

Bosque Natural (Bn)

Se denomina al ecosistema arbóreo natural primario y secundario que actualmente se halla sin ocupación o intervención humana. Este piso vegetal lo constituyen especies nativas de cada zona con una altura superior a los 15 m.

Constituye una formación vegetal arbórea leñosa densa, pluriestratificada, integrada por especies propias del área, con un alto porcentaje de mezcla de especies forestales.

Bosque plantado (Bp)

Masa boscosa formada antrópicamente con una o diferentes especies madereras nativas o introducidas, con manejos silviculturales y dedicada a varios fines como: Producción maderera, protección, recuperación del suelo o recreación.

En referencia a las especies introducidas, los bosques de eucalipto en su mayoría se implantan en regiones de la sierra sin llegar a ocupar grandes espacios, pues en su mayoría no han sido plantados con fines de explotación sino mas bien con fines de protección como barreras rompavientos y para evitar el arrastre de sedimentos. Los bosques de pino de las especies Pátula y Radiata, se han establecido con fines de reforestación y explotación maderera.

Vegetación Arbustiva (Va)

Vegetación natural cuya composición florística no sobrepasa los 10 metros de altura y la estructura del tallo no alcanza los 15 centímetros de grosor, localizada generalmente en relieves fuertes, producto de la regeneración espontánea. Se considera en esta categoría a toda aquella vegetación conocida como matorral o chaparro.

Páramo (Pr)

Vegetación herbácea de alta montaña, resistente a vientos y heladas, asociada ocasionalmente con arbustos, resistentes a temperaturas menores a los 5 grados centígrados. Agrupan pajonales, frailejones, almohadillas y arbustos coriáceos.

Pasto Natural (Pn)

Vegetación dominante constituida por especies herbáceas nativas con un crecimiento espontáneo, que no reciben cuidados especiales, utilizados con fines de pastoreo esporádico, vida silvestre o protección. Vegetación desarrollada en abruptos o sobre cangagua.

Pasto Cultivado (Pc)

Vegetación ocupada por especies herbáceas introducidas, utilizadas con fines pecuarios, que para su establecimiento y conservación, requieren de labores de cultivo y manejo conducidos por el hombre o regeneración espontánea de especies introducidas.

En esta categoría se considera también al kikuyo (*Pennisetum clandestinium*) de regeneración espontánea que crece en áreas localizadas sobre los 1.800 m.s.n.m.

Cultivos

Se conceptualiza en este nivel a todos aquellos elementos inherentes a las actividades culturales que el hombre realiza en el campo en busca de sustento.

Cultivos indiferenciados

Cultivos de ciclo corto o permanentes que cubren pequeñas superficies, pero conforman una gran unidad y de ninguna manera pueden clasificarse independientemente.

Cereales (Ce)

Cultivos temporales con dominancia de Maíz, Cebada, Trigo y Avena.

Cultivos bajo invernadero (Ci)

Generalmente flores y hortalizas para exportación, localizados entre los 1800 y 2700 m.s.n.m. Sistemas de producción bajo condiciones controladas de humedad, temperatura y suelo. En esta categoría, el invernadero de plástico es un requisito para atenuar los cambios climáticos y lograr condiciones adecuadas para su producción.

Cultivos de Ciclo Corto (Cc)

Asociación que incluyen cultivos de consumo interno o comercial, cuyo ciclo vegetativo no excede de un año, y no son posibles clasificarlos independientemente ni por asociaciones, pues generalmente se hallan formando parte de minifundios cuyo denominador común son los policultivos.

Los más representativos en la sierra constituyen: Maíz, Papa, Fréjol, Cebada, Haba, Arveja, Cebolla, Lenteja, Zanahoria, Quinoa, Hortalizas, Leguminosas, y otros.

Frutales (Cr)

Cultivos perennes, cuya implantación es estable, localizados en pequeños lotes de policultivos. Los más importantes, Aguacate, Cítricos, Manzana, Durazno, y Tomate de Árbol.

Cultivos diferenciados

Cultivos de ciclo corto o permanentes que cubren grandes superficies y pueden ser clasificados independientemente. Tales como: Cebada (Cd), Maíz (Cm), Papa (Cp).

Cuerpos de agua

Natural (Wn)

Superficies y volúmenes de agua natural estática o en movimiento que reposan sobre la superficie terrestre. Se agrupan en esta clase; lagos, lagunas, y todo el sistema hidrográfico general.

Erial

Afloramiento rocoso, grava, y minas (Er)

Masa geológica que emerge a la superficie terrestre y que ocupa extensiones considerables de materiales pétreos de diferentes tamaños. En la serranía se presentan en los altos volcanes producto de los deshielos. Se incluyen también en esta categoría zonas dedicadas a la explotación minera.

Área erosionada (Ae)

Zonas con elevado grado de desgaste del suelo orgánico, desprovistos de vegetación o con dispersa cobertura vegetal donde aparecen los estratos inferiores improductivos.

Área en proceso de erosión (Ap)

Zonas en las que es evidente la pérdida del suelo superficial por acciones naturales o por intervención del hombre.

Otros Usos

Nieve y hielo (On)

Glaciares localizados en las cumbres de los distintos volcanes del sistema montañoso interandino.

Las asociaciones

Son áreas cubiertas con dos tipos o más de vegetación dominante que no pueden clasificarse independientemente por presentarse en pequeñas secciones entremezcladas, con iguales o diferentes porcentajes de cobertura en la gran unidad asociativa.

Caso 1 Ej. Cc = 100% de cultivos de ciclo corto

Caso 2 Ej. Cc- Pc = 50% de Cultivos de ciclo corto + 50% de Pastos artificiales

Caso 3 Ej. CC/Pc = 70% de Cultivos de ciclo corto + 30% de Pastos artificiales

Áreas con procesos erosivos

Caso 1 (Ae) = Áreas erosionadas en las cuales no se registra ninguna cobertura vegetal.

Caso 2 (Cc/Ae) = Áreas erosionadas en las cuales aún se registran vestigios de cultivos

Caso 3 (Cc/ Ap) = Cultivos de ciclo corto en áreas con proceso de erosión.