



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA ECOLOGÍA Y GESTIÓN**

**INFORMACIÓN NUTRICIONAL DEL SUELO COMO INDICADOR PARA UNA PROPUESTA  
DE PLAN DE MANEJO DENTRO DE LA MICROCUENCA DEL RIO MAZÁN. CUENCA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE BIÓLOGA DEL  
MEDIO AMBIENTE**

**AUTORA:  
MARITZA ROSALIA BERMEO ALVARADO**

**DIRECTOR:  
DR. GUSTAVO CHACÓN**

**CUENCA, ECUADOR**

**2014**

## **DEDICATORIA**

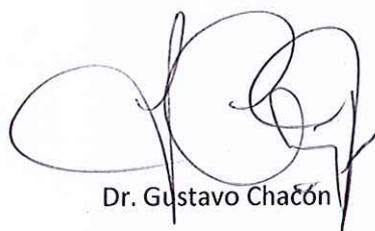
Mi corazón se llena de alegría al poder devolver un poquito de cariño y amor que me ha dado mi familia al poder realizar este trabajo. Quiero agradecer por el apoyo infinito que me han brindado mis amados padres, y del impulso más fuerte que tengo en la vida que son mis cuatro amores mi esposo Gustavo y mis hijos Josué, Emilia y Tamia. Además a toda la familia y amigos quienes de una u otra manera me apoyaron en este proceso.

## INFORMACIÓN NUTRICIONAL DEL SUELO COMO INDICADOR PARA UNA PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DENTRO DE LA MICROCUENCA DEL RIO MAZÁN.

### RESUMEN

Se analizó la situación físico-ambiental y la información de calidad de suelo dentro de la Microcuenca del Río Mazán. Se empleó el procedimiento de Plan de manejo para ABVP y la información obtenida en laboratorio se correlacionó con la información cartográfica mediante el método establecido por FAO y el instituto Agrario de los EEUU, obteniendo el mapa de Aptitud Agroecológica que permitió observar que la zona noreste el 20% del ABVP, presenta conflictos ya que existen zonas de pastoreo asistidas por vías carrózales y senderos. En el 35% del área podría presentar conflictos futuros debido a que son zonas con parámetros de calidad óptimos para el desarrollo agrario y la ganadería extensiva que son los principales factores de afección a la zona de páramo. Finalmente, se proponen los lineamientos y las medidas de mitigación de impactos, en un proceso de cooperación institucional y comunitaria.

Palabras clave. Calidad de suelo, cartografía, agroecología, conflictos, conservación, servicios.



Dr. Gustavo Chacon

Director de Tesis



Blgo. Edwin Zarate

Director de Escuela



Maritza Bermeo Alvarado

Tesista

**NUTRITION FACTS ABOUT SOIL AS AN INDICATOR TO MAKE A PROPOSAL FOR A MANAGEMENT PLAN IN THE MICRO BASIN OF THE MAZAN RIVER**

**ABSTRACT**

The physical-environmental situation and soil quality information inside the micro basin of the Mazan river were analyzed. The ABVP area management plan procedure was used and the information obtained in laboratory was correlated with cartographic information by using the method which was established by FAO and the Agricultural Institute of the United States. The result was the Agro Ecological Aptitude Plan, which allowed us to observe that in the Northeast zone only a 20% of ABVP presents some conflicts due to the fact that some grazing lands already have paths and roads that are suitable for vehicular traffic. A 35% of this area might have future conflicts considering they are zones possessing optimal-quality parameters for both agricultural development and extensive cattle raising, which are the main factors that affect this moor. Finally, an institutional and community cooperation process, which includes some guidelines and impact mitigation measures, is proposed.

**Key words:** soil quality, cartography, agro ecological, conflicts, preservation, services



Translated by,

Rafael Argudo

A handwritten signature in purple ink, which appears to read 'Rafael Argudo V.', is written over the printed name 'Rafael Argudo'.

## **INFORMACIÓN NUTRICIONAL DEL SUELO COMO INDICADOR PARA UNA PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DENTRO DE LA MICROCUENCA DEL RIO MAZÁN.**

### **RESUMEN**

Se analizó la situación físico-ambiental y la información de calidad de suelo dentro de la Microcuenca del Río Mazán. Se empleó el procedimiento de Plan de manejo para ABVP y la información obtenida en laboratorio se correlacionó con la información cartográfica mediante el método establecido por FAO y el instituto Agrario de los EEUU, obteniendo el mapa de Aptitud Agroecológica que permitió observar que la zona noreste el 20% del ABVP, presenta conflictos ya que existen zonas de pastoreo asistidas por vías carrózales y senderos. En el 35% del área podría presentar conflictos futuros debido a que son zonas con parámetros de calidad óptimos para el desarrollo agrario y la ganadería extensiva que son los principales factores de afección a la zona de páramo. Finalmente, se proponen los lineamientos y las medidas de mitigación de impactos, en un proceso de cooperación institucional y comunitaria.

Palabras clave. Calidad de suelo, cartografía, agroecología, conflictos, conservación, servicios.

## **NUTRITIONAL INFORMATION FOR SOIL AS AN INDICATOR OF MANAGEMENT PLAN PROPOSAL WITHIN THE RIVER WATERSHED MAZÁN**

### **ABSTRACT**

The environmental situation in the area of Forest and Vegetation Protection (ABVP) Mazán Advertise River Basin were analyzed, together with the information of soil quality. Procedure Management Plan Areas was used and information obtained in laboratory was correlated with the map data by the method established by the FAO and the Agricultural Institute of the USA, who gave as results map Agroecológica Aptitude allowed to observe conflicts present and future within the watershed. The results indicate that the northeast has 20 % of ABVP current conflicts because there are areas of pasture and grazing this is because there are roads and motorized trails as access. And that 35 % could present future conflicts as there are areas with lower slopes and optimal parameters for agricultural development quality, however it is important to mention that ranching and burning are the main factors that particularly affect the wilderness area where it has lost much of the woody vegetation. Finally, the guidelines can integrate these results and mitigation of impacts, a process of institutional and community cooperation is proposed, where the participation and consensus determine executable actions and commitments to ecosystem conservation and environmental services ABVP this long term.

Keywords: BVP, soil quality, mapping, agro-ecology, conflict, conservation services.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>ii</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
Generalidades .....	1
Justificación y objetivos del estudio.....	1
<b>CAPÍTULO I: Materiales y métodos .....</b>	<b>4</b>
1.1 Descripción del sitio de estudio .....	4
1.2 Área de estudio.....	4
1.3 Fase de campo .....	4
1.4 Diseño experimental:.....	5
1.5 Fase de laboratorio .....	6
1.6 Sistematización y diagnóstico de la información cartográfica.....	6
<b>CAPÍTULO II: Diagnóstico a partir de la Información Cartográfica .....</b>	<b>9</b>
2.1 Características generales .....	9
2.2 Clima .....	10
2.3 Temperatura .....	13
2.4 Pisos altitudinales.....	15
2.5 Pendientes.....	17
2.6 Direccionamiento de Pendientes.....	19
2.7 Cobertura Vegetal .....	22
2.8 Ecosistemas .....	24
2.9 Suelos .....	29
2.10 Taxonomía de Suelos .....	30
2.11 Geología .....	32
2.12 Geomorfología .....	33
2.13 Uso actual del suelo.....	35
2.14 Aptitud agrícola.....	37
2.15 Problemas de Estabilidad y Erosión.....	39
2.15.1 Estabilidad del suelo.....	39
2.15.2 Susceptibilidad a la Erosión.....	41
2.16 Recursos Hídricos .....	43
2.16.1 Hidrografía.....	43
2.16.2 Precipitación .....	45
2.17 Factores Humanos .....	46
2.17.1 Tenencia de Tierras .....	46

**CAPÍTULO III: Resultados cartográficos en función de la información Nutricional del Suelo. ....48**

3.1	Descripción de los elementos nutricionales hallados dentro de Mazán .....	49
3.2	Calcio. ....	49
3.3	Fosfatos. ....	50
3.4	Hierro. ....	52
3.5	Magnesio. ....	53
3.6	Materia Orgánica.....	55
3.7	pH.....	56
3.8	Potasio. ....	57
3.9	Aptitud Agroecológica .....	59
3.10	Metodología de para la elaboración de mapas de parámetros de calidad y agroecología.....	59
3.11	Conflictos de uso en el Manejo de las Tierras .....	65

**CAPÍTULO IV: Lineamientos propuestos de Gestión y recomendaciones. ....67**

4.1	Introducción .....	67
4.2	Zona 1: Áreas propensas a la erosión por pendientes fuertes (conservación).....	67
4.3	Zona 2.- Áreas con poca pendiente y apta para cultivos y pastoreo (conflicto de uso) .....	68
4.4	Áreas protectoras para recuperar y conservar .....	68
4.5	Instituciones Vinculadas .....	69
4.6	Discusiones.....	70
4.7	Conclusiones .....	73
4.8	Recomendaciones.....	74

**ANEXOS.....82**

Anexo 1. Tabla de interpretación de criterios de valoración de nutrientes en la microcuenca del Río Mazán.....	82
Anexo 2. Tabla Matriz de Agroecología.....	83

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tipos de Clima .....	11
Cuadro 2. Tipos de clima de la microcuenca del Río Mazán .....	12
Cuadro 3. Tipos de temperatura de la microcuenca del Río Mazán .....	14
Cuadro 4. Rango de alturas de la microcuenca del Río Mazán .....	16
Cuadro 5. Clasificación de pendientes de la microcuenca del Río Mazán .....	18
Cuadro 6.- Direccionamiento de pendientes de la microcuenca del Río Mazán .....	21
Cuadro 7.Cobertura Vegetal de la microcuenca del Río Mazán.....	24
Cuadro 8. Ecosistemas de la microcuenca del Río Mazán .....	28
Cuadro 9. Taxonomía de suelos de la microcuenca del Río Mazán .....	31
Cuadro 10. Geología de la microcuenca del Río Mazán .....	33
Cuadro 11. Geomorfología de la microcuenca del Río Mazán.....	34
Cuadro 13. Uso actual del suelo microcuenca del Río Mazán .....	36
Cuadro 14. Aptitud agrícola de la microcuenca del Río Mazán .....	38
Cuadro 15. Estabilidad del suelo de la microcuenca del Río Mazán.....	40
Cuadro 16. Zonas susceptibles a la erosión de la microcuenca del Río Mazán.....	42
Cuadro 17. Sistema de Hídrico la microcuenca del Río Mazán .....	44
Cuadro e Ilustración 18. Disponibilidad de Ca en la microcuenca del Río Mazán .....	49
Cuadro e Ilustración 19. Disponibilidad de PO <sub>4</sub> en la microcuenca del Río Mazán.....	51
Cuadro e Ilustración 20. Disponibilidad de Fe en la microcuenca del Río Mazán.....	52
Cuadro e Ilustración 21. Disponibilidad de Mg en la microcuenca del Río Mazán .....	54
Cuadro e Ilustraciones 22. Disponibilidad de MO en la microcuenca del Río Mazán.....	55
Cuadro e Ilustraciones 23. Rango de pH en la microcuenca del Río Mazán.....	57
Cuadro e Ilustración 24. Disponibilidad de K en la microcuenca del Río Mazán.....	58
Cuadro 25. Aptitud Agroecológica de la Microcuenca del Río Mazán.....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de la Microcuenca del Río Mazán.....	10
Figura 2. Tipos de clima de la Microcuenca del Río Mazán .....	12
Figura 3. Tipo de Clima de la Microcuenca del Río Mazán.....	13
Figura 4. Mapa de temperaturas de la microcuenca del Río Mazán.....	14
Figura 5. Tipos de temperatura de la microcuenca del Río Mazán .....	15
Figura 6. Mapa Altitudinal de la microcuenca del Río Mazán .....	16

Figura 7. Rango de Alturas la microcuenca del Río Mazán .....	17
Figura 8. Clasificación de pendientes de la microcuenca del Río Mazán. ....	18
Figura 9. Mapa de clasificación de pendientes de la microcuenca del Río Mazán .....	19
Figura 10. Mapa de direccionamiento de pendientes de la microcuenca del Río Mazán.....	20
Figura 11. Direccionamiento de pendientes de la microcuenca del Río Mazán.....	21
Figura 12. Mapa de coberturas existentes dentro de la microcuenca del Río Mazán.....	23
Figura 13. Cobertura vegetal de la microcuenca del Río Mazán.....	24
Figura 14. Mapa de Ecosistemas existentes dentro de la microcuenca del Río Mazán.....	28
Figura 15. Ecosistemas de la microcuenca del Río Mazán.....	29
Figura 16. Taxonomía de suelos de la microcuenca del Río Mazán .....	31
Figura 17. Taxonomía de suelos de la microcuenca del Río Mazán .....	32
Figura 18. Mapa de Geología de la microcuenca del Río Mazán.....	32
Figura 19. Geología de la microcuenca del Río Mazán.....	33
Figura 20. Mapa de Geomorfología de la microcuenca del Río Mazán .....	34
Figura 21. Geomorfología de la microcuenca del Río Mazán.....	35
Figura 22. Mapa de Uso actual del suelo de la microcuenca del Río Mazán .....	36
Figura 23. Uso actual del suelo microcuenca del Río Mazán.....	37
Figura 24. Mapa de Aptitud agrícola de la microcuenca del Río Mazán .....	38
Figura 25. Aptitud agrícola de la microcuenca del Río Mazán .....	39
Figura 26. Mapa de Estabilidad del suelo de la microcuenca del Río Mazán .....	40
Figura 27. Estabilidad del suelo de la microcuenca del Río Mazán .....	41
Figura 28. Mapa de Zonas susceptibles a la erosión de la microcuenca del Río Mazán .....	42
Figura 29. Zonas susceptibles a la erosión de la microcuenca del Río Mazán.....	43
Figura 30. Sistema hídrico la microcuenca del Río Mazán .....	44
Figura 31. Mapa de la red hídrica de la microcuenca del Río Mazán .....	45
Figura 32. Mapa de precipitaciones de la microcuenca del Río Mazán .....	46
Figura 33. Mapa de la distribución de Ca dentro de la microcuenca del Río Mazán .....	50
Figura 34. Mapa de la distribución de PO <sub>4</sub> dentro de la microcuenca del Río Mazán .....	51
Figura 35. Mapa de la distribución de Fe dentro de la microcuenca del Río Mazán.....	53
Figura 36. Mapa de la distribución de Mg dentro de la microcuenca del Río Mazán.....	54
Figura 37. Mapa de la distribución de Materia Orgánica dentro de la microcuenca del Río Mazán .....	56
Figura 38. Mapa de la distribución de pH dentro de la microcuenca del Río Mazán.....	57
Figura 39. Mapa de la distribución de K dentro de la microcuenca del Río Mazán.....	58
Figura 40. Aptitud Agroecológica de la Microcuenca del Río Mazán .....	63

Figura 41. Mapa de Aptitud Agroecológica dentro de la Microcuenca del Río Mazán .....	63
Figura 42. Mapa de Aptitud Agroecológica dentro de la Microcuenca del Río Mazán .....	64
Figura 43. Mapa de Zonas de conflictos (actuales y futuros) de uso de la Tierra en la microcuenca del Río Mazán.....	66
Figura 44.-Mapa de Gestión de uso de la Tierra en la microcuenca del Río.....	70

Bermeo Alvarado Maritza Rosalía

Trabajo de Graduación

Dr. Gustavo Chacón

Mayo 2014.

**INFORMACIÓN NUTRICIONAL DEL SUELO COMO INDICADOR PARA  
UNA PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DENTRO DE LA  
MICROCUCENCA DEL RÍO MAZÁN**

**INTRODUCCIÓN**

**Generalidades**

**Justificación y objetivos del estudio**

A pesar de que aproximadamente el 29% de los bosques naturales del país (excluyendo al Sistema Nacional de Áreas Protegidas, SNAP) ha sido declarada zona de protección (bosques protectores, y bosques y áreas especiales o experimentales) (Vázquez & Ulloa, 1997), en la sierra ecuatoriana se deforesta anualmente entre el 2 y 3% de su superficie total (2800 a 4200 ha.) (Cesa, 1992), quedando en la actualidad como remanente menos del 20% de la superficie original de bosque de altura (Cabarle, et al., 1989). Sin embargo de la amplia cobertura del SNAP, la distribución de las áreas protegidas no es uniforme en el Ecuador, y entre otros, los bosques andinos del sur occidente se encuentran pobremente representados (Vázquez & Ulloa, 1997).

Además de esto, una mal estructurada Reforma Agraria llevada a cabo en las décadas de los 60 y 70, tuvo como consecuencia la pérdida de gran parte de la vegetación natural de los bosques andinos. El impacto institucional negativo del Instituto Ecuatoriano de Reforma Agraria y Colonización (IERAC) y del Banco Nacional de Fomento (BNF)

sumadas a la dinámica económica en el ambiente rural, han sido causantes de la deforestación (Wunder, 1996).

El bosque protector Mazán y el parque nacional Cajas son un extraordinario refugio de vida silvestre asentados sobre un pequeño valle glaciar, en donde se observan una cadena de lagunas encabezadas por la Totoracocha y Tintococha donde nace el Río Mazán y junto a otros forman el Tomebamba que es el símbolo de la capital del Azuay. (Universidad del Azuay.2002).Además de poseer una densidad entre 1000 y 5700 árboles por hectárea y la mayor parte del bosque está cubierta por páramo. Los árboles con mayores alturas y áreas basales más grandes pertenecen a los sitios más planos o sea en el fondo del valle a ambos lados del río, siendo así un refugio de vida silvestre y una fuente vital que abastece hídricamente a la zonas pobladas de la provincia del Azuay.

Además alberga a más de 350 especies de plantas entre árboles, arbustos, plantas superiores e inferiores y, además, 40 especies de orquídeas y se conoce de la existencia de 113 especies de aves, entre las que se destacan los patos, cóndores, gavilanes, tiranitos, zamarrillo, entre otros. Adicionalmente se conocen 10 especies de mamíferos como yamalas, venados, pumas, y perros de páramo. (Birdlife.2001)

Hasta el momento se sabe que la Escuela de Biología dispone de más de 3.500 datos de las propiedades físicas y químicas de suelos andinos en Azuay y Cañar. Los suelos, a su vez, corresponden a más de 200 puntos de muestreo geográficamente distribuidos en las cuencas hidrológicas del Paute y del Jubones. Sin embargo estos datos aún no han sido procesados en una base datos que recopile la información y muestre el estado en el que se encuentra la zona sur del país es por ello que para el presente estudio se considerara la microcuenca del Río Mazán que está dentro de la Subcuenca Hídrica del Tomebamba, que están dentro de la Cuenca del Río Paute, esto debido a que es la subcuenca donde se dispone de la información y la distribución de los puntos es representativa en el área de estudio, permitiendo tener un aproximado real de la calidad del suelo y así un modelo de propuesta de manejo para la zona.

❖ El objetivo general de este estudio es acoplar la información de nutrición del suelo a la información cartográfica y así poder visualizar resultados que permitan generar una propuesta de plan de manejo dentro de la microcuenca del río Mazán.

1. Graficar los resultados de las distintas coberturas vegetales de acuerdo a los siguientes parámetros: Ca, Mg, Fe, K, Na, pH, Mn, Nitrógeno Total, Fosfatos y Materia Orgánica.
2. Establecer un diagnóstico situacional del estado actual de las zonas, que será la línea base para el establecimiento de los lineamientos estratégicos.
3. Interpretar los resultados obtenidos en el análisis físico químico del suelo mediante la creación de una **matriz agroecológica** (ZAE), propuesta por la FAO.94.
4. Elaborar un mapa de conflictos de uso de tierras mediante la sobre posición de mapas obtenidos del análisis de la Cobertura Vegetal y Uso Actual, con el de la Zonificación Agroecológica, a través del programa ARCGIS 10.1.
5. Visualizar los datos de calidad de suelo en base a herramientas del ARCGIS 10.1.
6. Proponer los lineamientos estratégicos de manejo que permitan que desarrollen alternativas concertadas para la solución de conflictos de uso de la tierra, relacionando el uso actual y el modelo agroecológico.
7. Plantear un modelo de plan de manejo donde se enlace la información física con la información cartográfica que permita visualizar el estado de la zona.

## CAPÍTULO I: MATERIALES Y MÉTODOS

### 1.1 Descripción del sitio de estudio

### 1.2 Área de estudio

La investigación se desarrolló dentro de la Cuenca el río Paute que contiene la microcuenca del río Mazán que abarca 7253 ha y se encuentra localizada al Sur de los andes ecuatorianos, en una región de depresión interandina (CELEC EP. 2012). El área de estudio se encuentra entre las coordenadas planas WG84 UTM 17S; Norte; x: 698134 mE y: 9685937 mN Sur; x: 701587 mE y: 9678470 mN Este; x: 712046 mE y: 9681870 mN Oeste: x: 696247 mE y: 9684090 mN.

La microcuenca del río Mazán que tiene una extensión de aproximadamente 6.754 ha, está situado al oeste de la ciudad de Cuenca, en la vía Cuenca Molleturo Naranjal, el punto más alto de la microcuenca es de 4137 m y el más bajo a 2800 m justo en la desembocadura del río Mazán en el río Tomebamba. La comunidad vegetal más ampliamente distribuida, cerca del 90.6 % es el Páramo de pajonal, cuya fisionomía y estructura es bastante homogénea; además, crecen en grandes cantidades, pequeños arbustos (Sierra R. 1999). La actividad principal fue históricamente agrícola-ganadera y a partir del año 2000 se produjo una profundización de la agriculturización en desmedro de la ganadería. (CEMAPRIMES-ETAPA, 2003).

La zona de estudio comprende áreas con distintas comunidades vegetales: bosque nativo (maduro, secundario); pajonal; plantación de eucalipto y plantación de pino, que están ubicadas dentro de la microcuenca, esto con la finalidad de asociar los puntos existentes levantados por la Universidad del Azuay con los puntos levantados en el presente trabajo. (Mapa N°1).

### 1.3 Fase de campo

Se recolectaron un total de 12 muestras de suelo para completar las 30 muestras levantadas por la universidad del Azuay, teniendo un total de 32 muestras, las muestras tomadas para el presente estudio fueron realizadas sobre el Horizonte "A" a 25 cm de

profundidad aproximadamente, excluyendo la capa A0, es decir, la hojarasca y las raicillas.

Para el desarrollo de la investigación se recolectaron muestras de suelos en las diferentes comunidades vegetales correspondientes a: páramo de pajonal; bosque de eucalipto; bosque de pino; transición bosque pajonal, es importante mencionar que además el estudio contiene otros estratos previamente ya analizados por el estudio de la UDA que son: bosque maduro y secundario y pastizal abandonado.

Las muestras fueron recolectadas en bolsas de plástico y etiquetadas con la siguiente información:

- Descripción de la vegetación circundante
- Altura (m.s.n.m.)
- Uso del suelo
- Fecha
- Posición GPS
- Observaciones

Previo a los análisis en el laboratorio, las muestras fueron secadas a temperatura ambiente, en un cuarto ventilado durante el tiempo necesario. Posteriormente, utilizando un tamiz de 2 mm, se filtran las muestras para obtener un material homogéneo.

#### **1.4 Diseño experimental:**

Las muestras se colectaron en distintas zonas vegetales tratando de cubrir representativamente el bosque de Mazán y parte del parque nacional Cajas. Sin embargo cabe enfatizar que la zona noreste de la microcuenca es la que tiene toda la información esto debido a factores de logística para elaborar el proyecto.

Previo a los análisis de suelo, las muestras serán secadas al ambiente en un cuarto ventilado durante el tiempo necesario. Posteriormente utilizando un tamiz de 2 mm se filtran las muestras para obtener un material homogéneo.

Los protocolos para realizar los análisis físicos químicos de las muestras obtenidas se encuentran descritos detalladamente en el Anexo 1.

En base a los resultados obtenidos en laboratorio se planteara la información cartográfica y se enlazará a la información de varias instituciones como el IGM, SENPLADES, MAE, Universidad del Azuay (IERSE), tomando en cuenta todo lo necesario que permita establecer un diagnóstico y un correcto manejo de los suelos dentro de la Microcuenca.

### **1.5 Fase de laboratorio**

Para realizar los análisis físico-químicos de las muestras se siguieron los siguientes métodos utilizados en el Laboratorio de Servicios Ambientales, descritos por Primo y Carrasco (1973), los protocolos para los análisis de las muestras y los reactivos necesarios para los análisis se encuentran descritos detalladamente en el Anexo 1.

- Para la determinación de pH, se utilizó el método Potenciométrico con un electrodo de vidrio, utilizando una solución 2:1 (relación agua-suelo).
- Para la determinación de la Textura, se utilizó el método del densímetro de Bouyucus.
- La materia Orgánica se determinó por mineralización con dicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_6$ ).
- Para la extracción del Fósforo se utilizó una solución ácida de  $NH_4F$ , utilizando el método Bray II.
- Para determinar el Nitrógeno Total, se utilizó el método Kjeldhal con ácido sulfúrico concentrado y su posterior lectura en el espectrofotómetro ultravioleta-visible.
- Para determinar la Capacidad de Intercambio Catiónico, se realizó la extracción con una solución de  $Cl_2Ba$  y su posterior lectura en el espectrofotómetro de absorción atómica.
- Para la determinación por el método de espectroscopia infrarroja, se realizó un barrido completo de la muestra, desde los 700 nm hasta los 4000 nm en el espectrofotómetro infrarrojo Thermo Scientific Nicolet FT-IR 100.

### **1.6 Sistematización y diagnóstico de la información cartográfica**

Se utilizaron herramientas metodológicas de acuerdo a los requerimientos de las diferentes temáticas, como son: la Interpretación de uso y manejo del suelo y ARCGIS 10.1. (Vladimir V et al.2001)

La fase de trabajo para el diagnóstico se realizó con salidas de campo para reconocimiento del área, identificación y ubicación de puntos estratégicos con fines de verificación de la información cartográfica, así como identificación de las principales actividades económico-productivas de la zona y su relación con el uso del suelo.

En esta etapa del trabajo se considera además determinar las áreas con riesgo por actividades antrópicas dentro de las zonas de estudio.

Además de la evaluación del uso actual del suelo y la capacidad de uso del mismo, determinada por los niveles de profundidad y relieve, de cuyo contraste serán determinadas las zonas de conflicto clasificadas en adecuado, sobre uso y sub-uso.

Mapas temáticos generados en esta fase de diagnóstico fueron realizados en base a la información obtenida de INFOPLAN; IGM; INEC; INAHMI; Gobierno Provincial del Azuay; NCI y Google Open Layer; la escala esta adecuada en base a cada mapa y a su necesidad de representar la información de una manera gráfica y clara. A continuación se listan todos los mapas elaborados dentro del Plan de Manejo.

Listado de mapas generados para el diagnóstico y planificación del presente estudio:

➤ **Ubicación**

1. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo.

➤ **Características geográficas del área**

1. Mapa de tipos de clima
2. Mapa de temperaturas
3. Mapa altitudinal
4. Mapa de clasificación de pendientes (%)
5. Mapa de Direccionalidad de pendientes.

➤ **Cobertura Vegetal**

1. Cobertura Vegetal.
2. Ecosistemas.

➤ **Suelos**

1. Mapa de taxonomía de suelo
2. Mapa geomorfológico de suelo
3. Mapa de uso actual del suelo
4. Mapa de aptitud agrícola
5. Mapa de estabilidad del Suelo

6. Susceptibilidad a la Erosión

➤ **Recursos Hídricos**

1. Red Hídrica
2. Mapa de precipitaciones.

## CAPÍTULO II: DIAGNÓSTICO A PARTIR DE LA INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

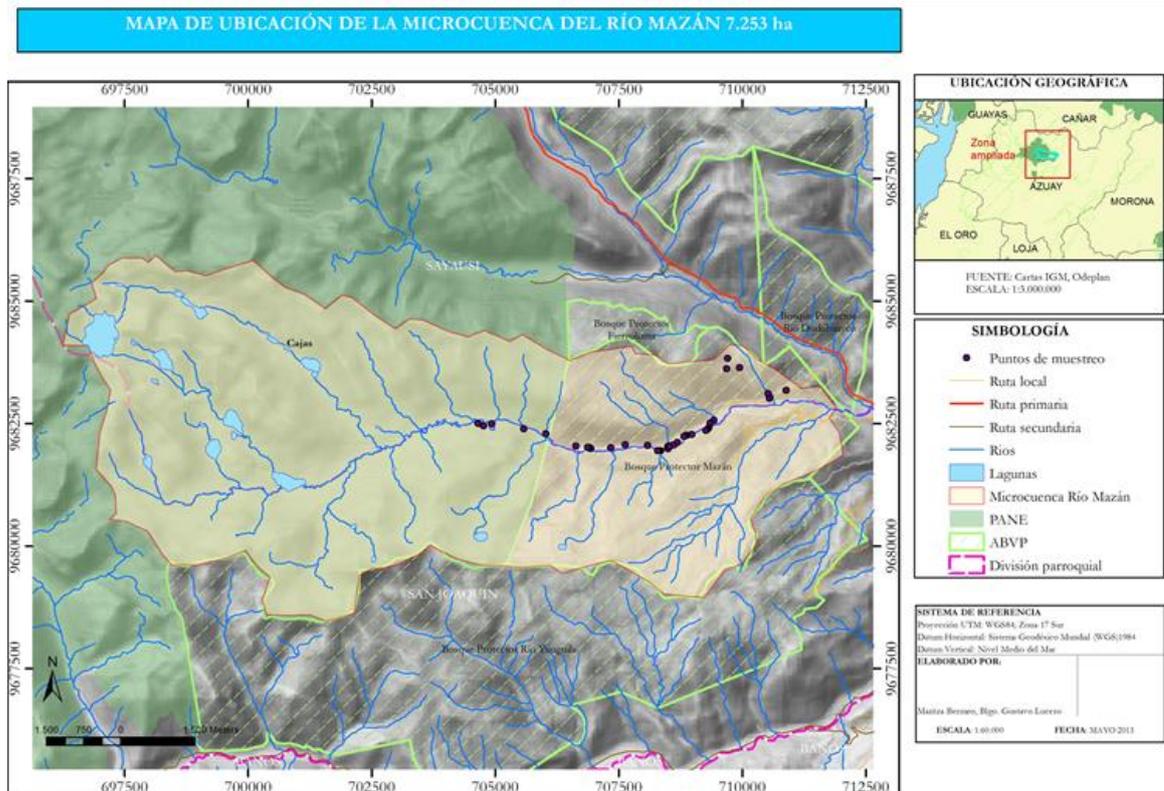
### 2.1 Características generales

El Bosque de Mazán se encuentra ubicado en la provincia del Azuay en las parroquias Sayausí y San Joaquín. El Bosque Protector Mazán está situado aproximadamente al oeste de la ciudad de Cuenca, en la vía Cuenca Molleturo Naranjal. Y el parque Nacional Cajas se encuentra situado en los Andes, al sur del Ecuador, en la provincia del Azuay, a 33 km al noroccidente de la ciudad de Cuenca. (Etapa.2014). Esta Microcuenca se encuentra delimitada hacia el norte con el parque Nacional Cajas y el bosque Protector Fierro Loma y Bosque Proyector Dudahuayco; hacia el Sur con el Bosque Protector Río Yungilla y Parque Nacional Cajas; hacia el Este con el Bosque Protector Río Dudahuayco y hacia el Oeste con el Parque nacional Cajas; es importante mencionar que dentro de las áreas de bosques protectores colindantes existen propietarios privados de terrenos.

El área de la microcuenca está representada en el Mapa de Ubicación (Mapa 1), realizado a escala 1:60000 donde se considera los bosques protectores y los límites parroquiales.

La zona de vida que caracteriza al área protectora según la clasificación de Holdridge (1987), pertenece a la zona de vida Bosque muy húmedo Montano (bmhM) de la región tropical, la cual corresponde a la Región Muy Húmedo sub-temperado de la clasificación bioclimática de Cañadas (1983). Sierra, et al. (1999), clasifica a la zona entre los 2700 y 3000 msnm. Como matorral húmedo Montano; entre los 3000 y 3400 msnm como Bosque siempreverde montano alto; mientras que el páramo sobre los 3400 se clasifica como Páramo Herbáceo (pajonal). (Chaverri y Cleef, 1997; Luteyn, 1999).

Figura 1. Mapa de ubicación de la Microcuenca del Río Mazán



**Fuente:** IGM, INFOPLAN.

**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M.

## 2.2 Clima

El clima abarca los valores estadísticos sobre los elementos del tiempo atmosférico en una región durante un período representativo: temperatura, humedad, presión, viento y precipitaciones, principalmente. Estos valores se obtienen con la recopilación de forma sistemática y homogénea de la información meteorológica, durante períodos que se consideran suficientemente representativos, de 30 años o más. Estas épocas necesitan ser más largas en las zonas subtropicales y templadas que en la zona intertropical, especialmente, en la faja ecuatorial, donde el clima es más estable y menos variable en lo que respecta a los parámetros climáticos. Para el mapa de clima se utilizó índice ombrotérmico anual ( $I_o$ ) mide la disponibilidad relativa y efectiva del monto anual de la precipitación en relación a las temperaturas medias anuales. El índice se calcula como:  $I_o = P_p / T_p$ , donde  $P_p$  = Precipitación positiva anual correspondiente a los meses con temperatura media mensual superior a  $0^\circ\text{C}$ ,  $T_p$  = Temperatura positiva anual

corresponde a la suma de los meses de temperatura media mensual superior a 0°C en décimas de grados centígrados. (Modelo bioclimático del Ecuador continental para la representación cartográfica de ecosistemas del Ecuador continental.2013.)Dentro de Mazan el clima es variado y la precipitación media anual es de aproximadamente de 820 mm. La estación seca recibe una precipitación mensual de 25 a 60mm. Y va de mayo a septiembre, con un mínimo en el mes de agosto; la estación húmeda recibe de 75 a 110 mm y va de octubre a abril con una máxima en abril. (Mapa N: 2)

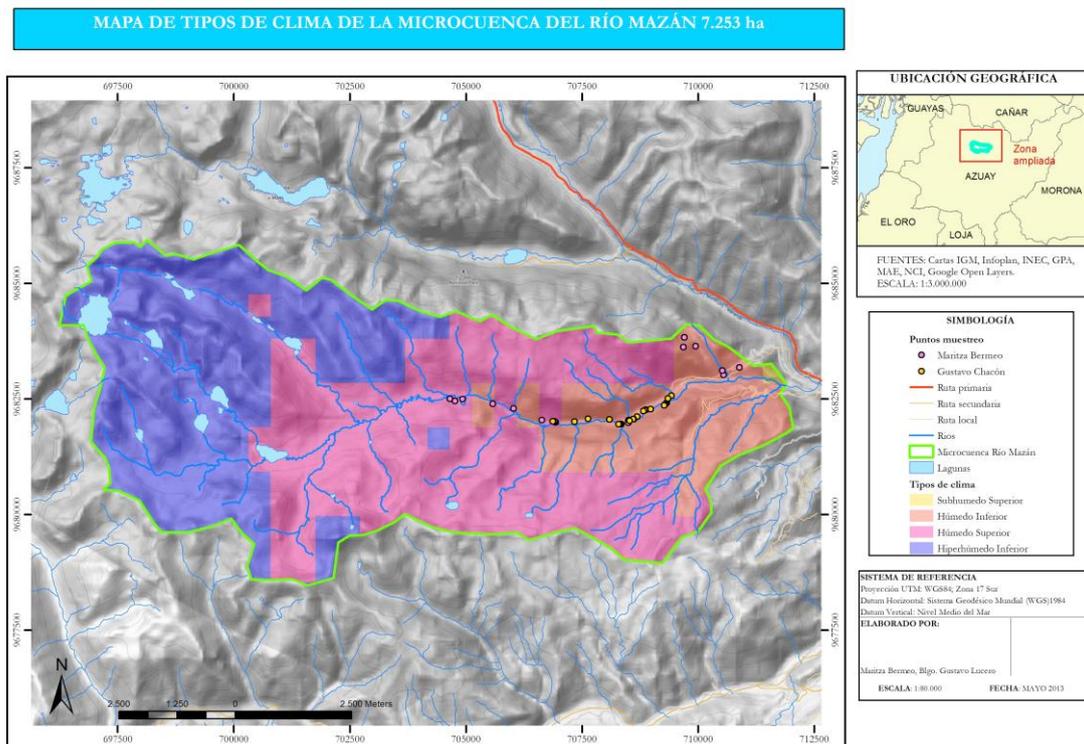
En la microcuenca del Mazán presenta el clima oscila entre 6 y 12 grados centígrados y existe cuatro tipos de climas predominantes:

**Cuadro 1. Tipos de Clima**

Húmedo Inferior
Húmedo Superior
Hiperhúmedo Inferior
Subhúmedo Superior

En el Clima Ecuatorial húmedo Superior se observa en su mayoría temperaturas entre 10° y 18° C y de 18° a 22°C, sin embargo en algunas regiones puede disminuir a menos de 10°C; registra precipitaciones de 600 a 1,000 mm en promedio durante el año. En la micro cuenca este clima se presenta en un área de 3157,36 Ha que corresponden al 43,53% de su territorio abarcando la parte nor-este de la zona.

**Figura 2. Tipos de clima de la Microcuenca del Río Mazán**



**Fuente: INAMHI.2008**

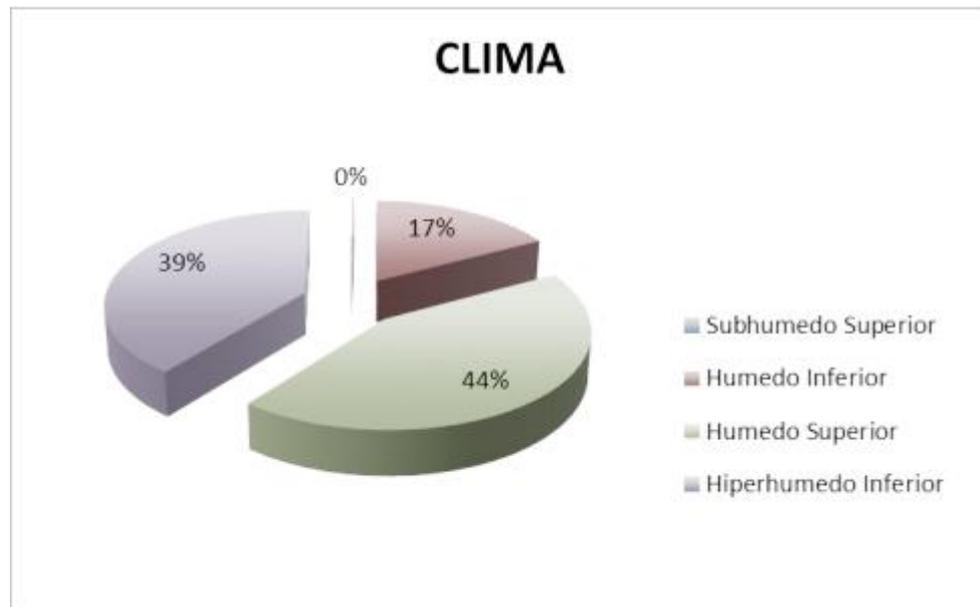
**Elaboración: M.B.A.; G.L.M.**

**Cuadro 2. Tipos de clima de la Microcuenca del Río Mazán**

CLIMA	SUPERFICIE (Ha)	PORCENTAJE (%)
Subhúmedo Superior	14,46	0,20
Húmedo Inferior	1227,22	16,92
Húmedo Superior	3157,36	43,53
Hiperhúmedo Inferior	2854,26	39,35
<b>TOTAL</b>	<b>7253,13</b>	<b>100,00</b>

**Elaboración: M.B.A.; G.L.M.**

Figura 3. Tipo de Clima de la Microcuenca del Río Mazán



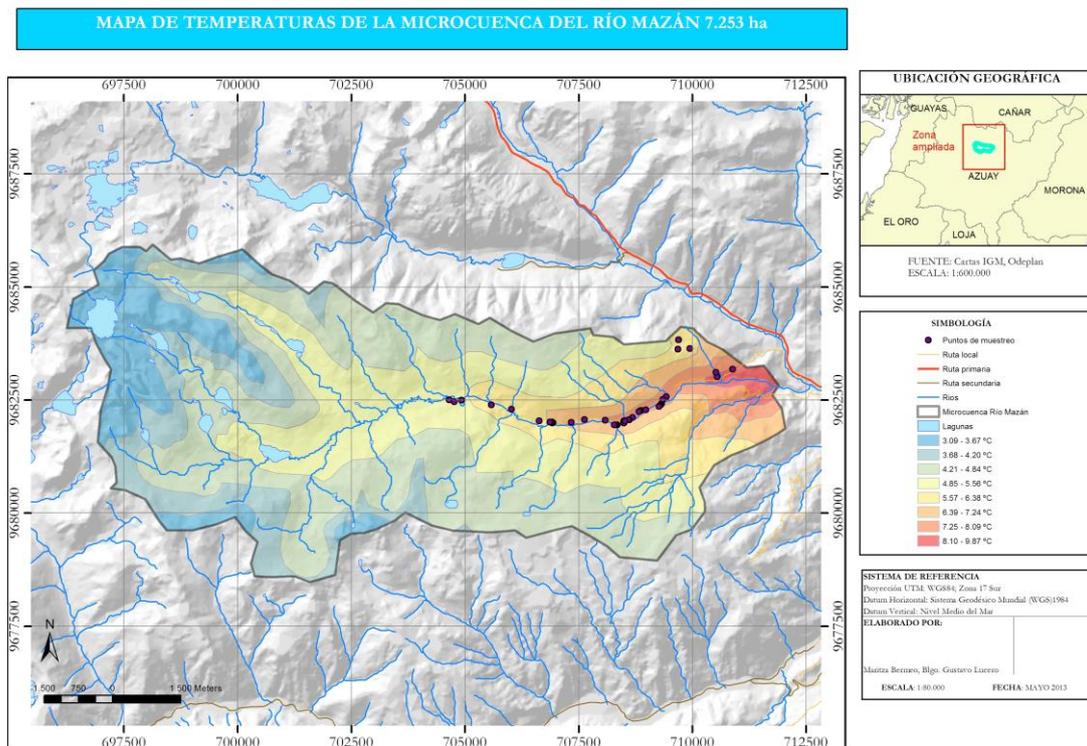
**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M.

### 2.3 Temperatura

Se llama temperatura atmosférica a uno de los elementos constitutivos del clima que se refiere al grado de calor específico del aire en un lugar y momento determinados así como la evolución temporal y espacial de dicho elemento en las distintas zonas climáticas. (Strahler, A.1960). Constituye el elemento meteorológico más importante en la delimitación de la mayor parte de los tipos climáticos. Dentro de la microcuenca del Mazán, la temperatura varía de 3 °C a 10°C y a veces en las zonas más altas presenta temperaturas bajo cero. (Figura N°4).

La temperatura media anual en el área protectora y su zona de amortiguamiento se estima entre 11,5 °C y 12 °C en las partes más bajas y entre 9 °C y 10 °C en la zona alta; la temperatura máxima aproximada es 22,5 °C en la parte baja 20 °C en la alta y la temperatura mínima es de 0 °C en algunos meses con heladas (mayo-julio, noviembre-diciembre). (Cuadro N°3 y figura N°5). Las lluvias frecuentes se presentan de marzo a mayo y las sequías entre julio y septiembre; en los meses de marzo a abril pueden presentarse granizadas. (Cellery, 2007).

Figura 4. Mapa de temperaturas de la microcuenca del Río Mazán



Fuente: INAMHI.2008

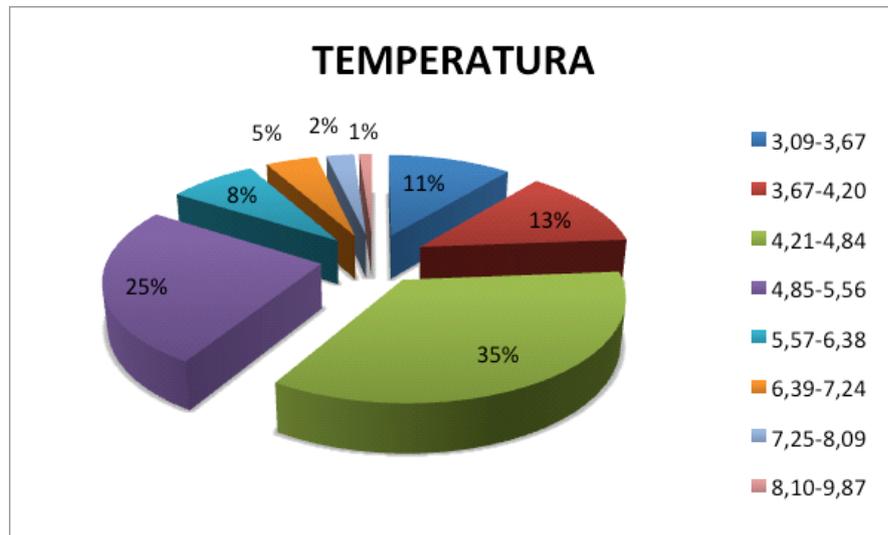
Elaboración: M.B.A.; G.L.M.

Cuadro3. Tipos de temperatura de la microcuenca del Río Mazán

TEMPERATURA °C	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)
3,09-3,67	798,05	11,00
3,67-4,20	925,63	12,76
4,21-4,84	2533,76	34,93
4,85-5,56	1833,04	25,27
5,57-6,38	570,71	7,87
6,39-7,24	332,77	4,59
7,25-8,09	177,94	2,45
8,10-9,87	81,43	1,12
<b>TOTAL</b>	<b>7253,33</b>	<b>100</b>

Elaboración: M.B.A.; G.L.M.

Figura 5. Tipos de temperatura de la microcuenca del Río Mazán



**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M.

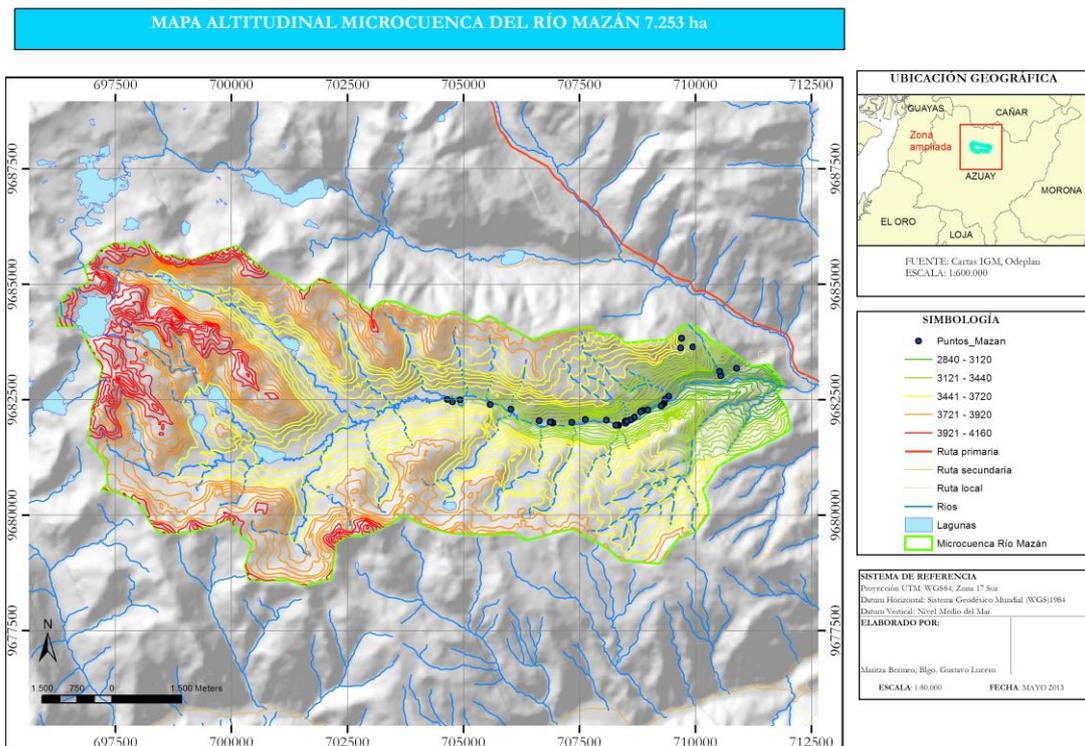
#### 2.4 Pisos altitudinales

La orografía puede referirse tanto a las elevaciones que puedan existir en una zona en particular (región, país, etc.) como a la descripción de las mismas que realiza la geografía física que describe y clasifica las formas de la superficie terrestre y las sistematiza según sus rasgos externos, con independencia de su origen. (RAE.2013).

La microcuenca del Mazán tiene 5 rangos altitudinales que van desde los 2840 msnm hasta los 4160 msnm.

De acuerdo al cuadro la mayor parte del territorio, correspondiente al 45% del área total se localiza en el piso altitudinal de 3441 A 3720 msnm donde se observa que en las partes más bajas existe presencia de parches de bosque y vegetación arbustiva y en las zonas altas existe la dominancia de paramo están dominados por hierbas en penacho mezclados con otras hierbas y arbustos. (Deutsche.gtz.2008)

**Figura 6. Mapa Altitudinal de la microcuenca del Río Mazán**



**Fuente:** IGM.

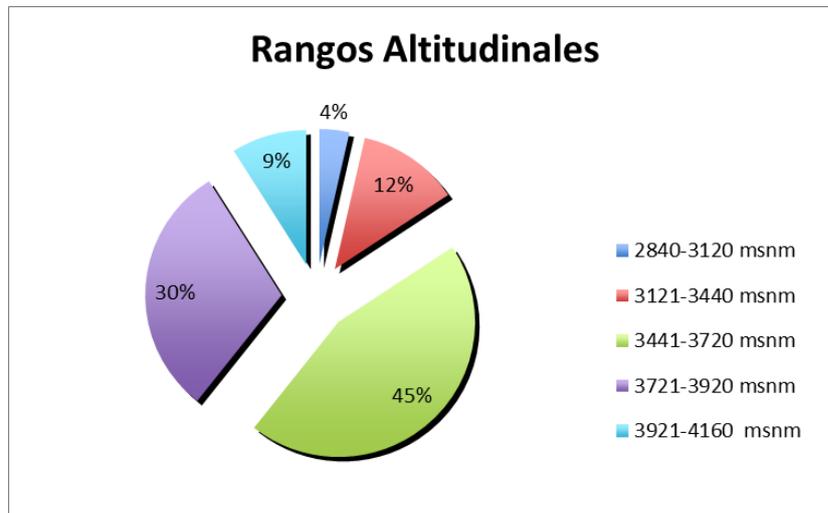
**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M.

**Cuadro4. Rango de alturas de la microcuenca del Río Mazán**

RANGO	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE %
2840-3120 msnm	257,55	3,55
3121-3440 msnm	881,52	12,15
3441-3720 msnm	3259,46	44,94
3721-3920 msnm	2204,57	30,40
3921-4160 msnm	649,9	8,96
<b>TOTAL</b>	<b>7253</b>	<b>100</b>

**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M.

**Figura 7. Rango de Alturas la microcuenca del Río Mazán**



**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M

## 2.5 Pendientes

En el mapa de pendientes permite Mapa temático que, mediante cualquier sistema gráfico, representa los diferentes grados de pendiente de un territorio. La pendiente topográfica es la inclinación de una superficie con respecto a la horizontal. (Técnicas Geográficas para el estudio del medio natural, curso 2006-07). Dentro del estudio nos han permitido identificar cuáles son las zonas de manejo limitado y además en base a esta información se puede definir las zonas de conflictos debido al mal manejo agrícola y de pastoreo.

De acuerdo al cuadro y figura de las pendientes que se muestra a continuación se describe que los rangos de pendientes bajas a medias de 12 a 25 % de inclinación ocupan una superficie representativa de 2320,25 ha ocupadas en su mayoría por zonas de paramo, que corresponde al 31,99% del área total de la Microcuenca, sin embargo el ingreso a estas áreas puede resultar difícil por las pendientes pronunciadas. Es importante mencionar además que el área se encuentra ampliamente influenciado por pendientes medias a fuertes y severas que van desde los 25% a 50% y >70%, lo cual equivale a 3211,98 ha que corresponde a un al 44,29%, estos valores demuestran que la

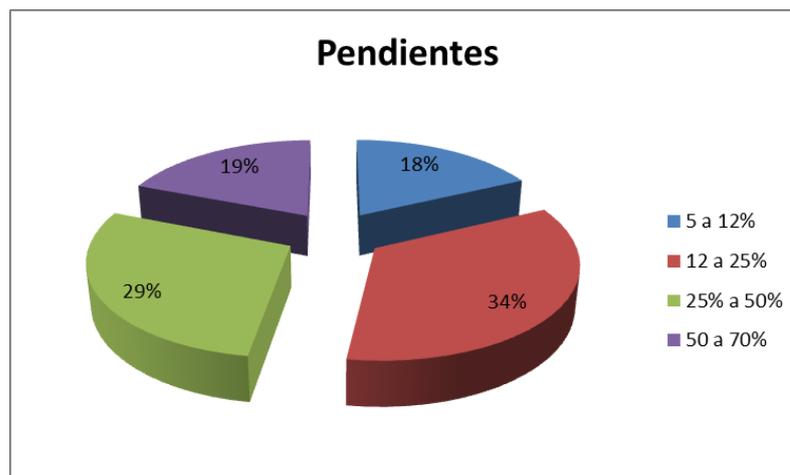
zona posee pendientes muy pronunciadas donde la actividades agrícolas y de pastoreo deben ser limitadas debido al grado de erosión que se produce.

**Cuadro5. Clasificación de pendientes de la microcuenca del Río Mazán**

<b>PENDIENTE</b>	<b>SUPERFICIE (ha)</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
<b>5 a 12%</b>	1211,73	16,71
<b>12 a 25%</b>	2320,25	31,99
<b>25% a 50%</b>	1923,45	26,52
<b>50 a 70%</b>	1286,53	17,74
<b>Mayores a70%</b>	511,17	7,05
<b>TOTAL</b>	<b>7253,13</b>	<b>100,00</b>

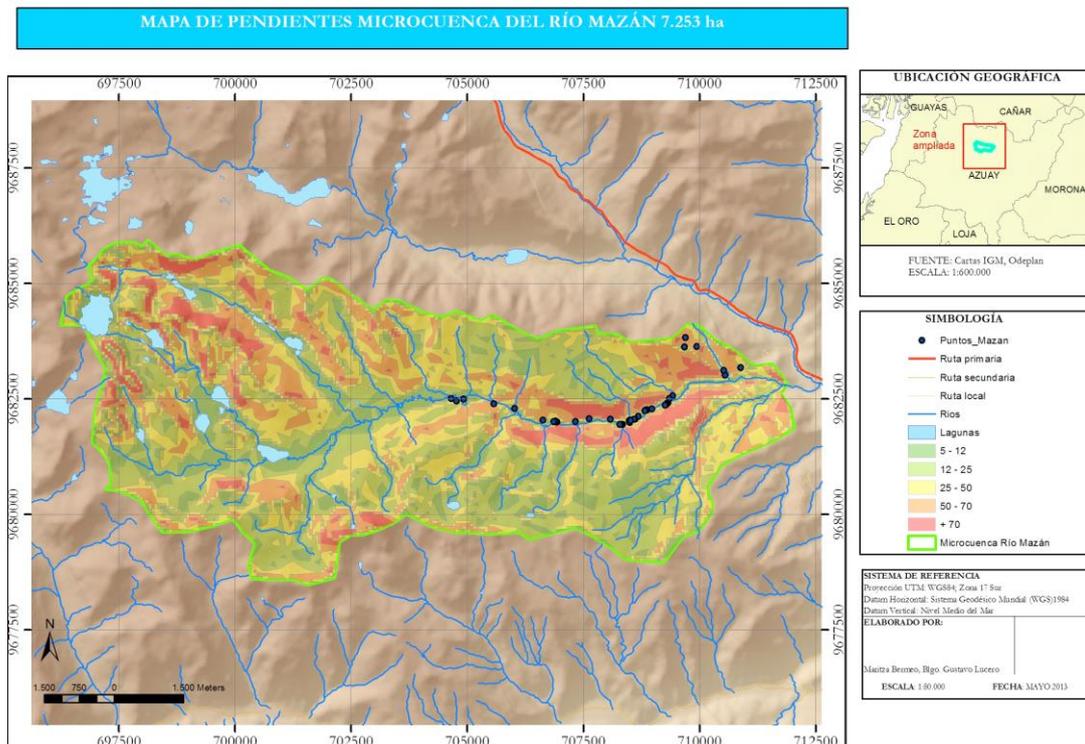
**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M.

**Figura 8. Clasificación de pendientes de la microcuenca del Río Mazán.**



**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M

**Figura 9. Mapa de clasificación de pendientes de la microcuenca del Río Mazán**



**Fuente:** IGM, INFLOPLAN.

**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M.

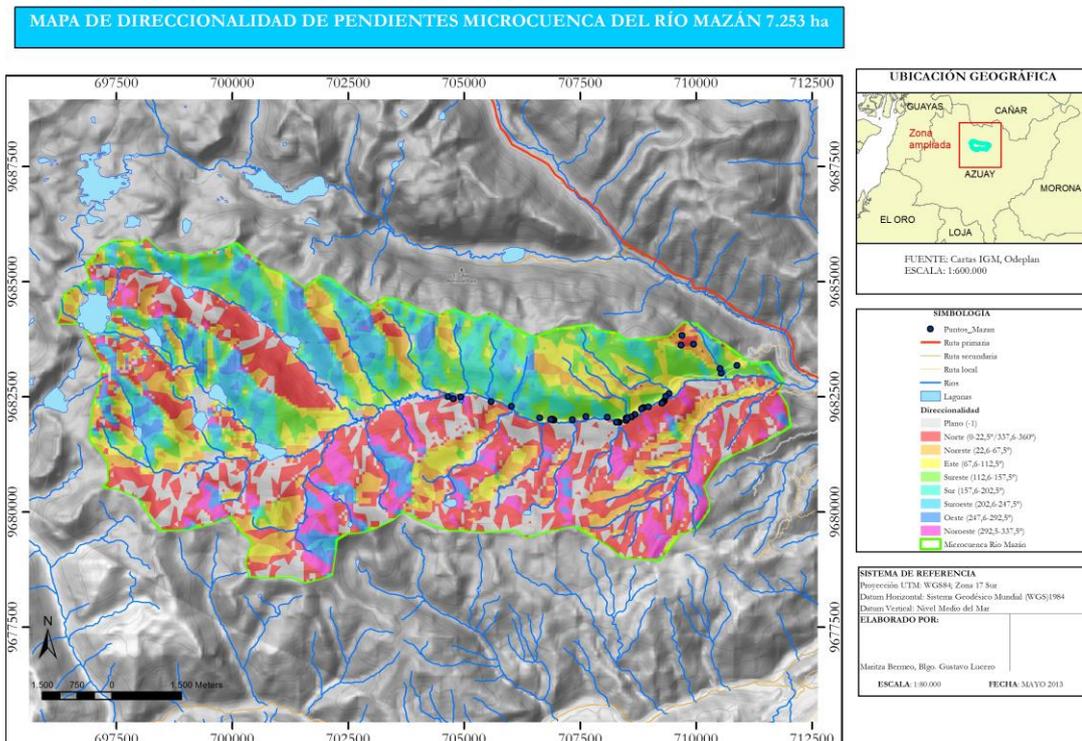
## 2.6 Direccionamiento de Pendientes.

El mapa muestra el fraccionamiento existente del territorio en toda la microcuenca, el relieve accidentado se une a las diversas direcciones que toman las mismas, observándose pendientes que se dirigen al norte, noreste, este, sureste, sur, suroeste, oeste y al noroeste.

Este análisis es debido a que existen factores como el clima y la exposición solar que pueden verse con respecto a la dirección que tiene una pendiente, lo que tiene influencia directa en el crecimiento de las plantas. En efecto, los asimilados producidos por el crecimiento son productos de la velocidad de la fotosíntesis, la cual está influenciada tanto por la temperatura como por la insolación, factores que determinan la productividad de un cultivo. Por otra parte, la selección natural ha hecho que los procesos fisiológicos se presenten en las plantas únicamente en cierto rango de temperatura.

Por encontrarse el área de estudio en la zona ecuatorial del globo terráqueo, en determinadas épocas del año hay una incidencia lumínica mayor hacia el hemisferio norte, provocando en determinadas zonas sombras proyectadas por los accidentes geográficos, fenómeno que afectan la productividad.

**Figura 10. Mapa de direccionamiento de pendientes de la microcuenca del Río Mazán**



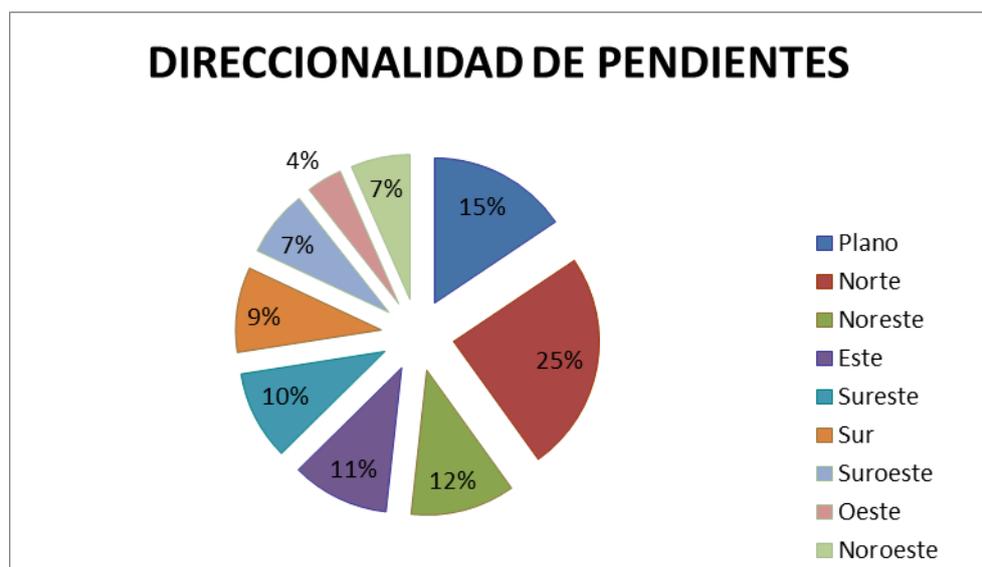
**Fuente:** IGM, ODEPLAN

**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M.

Cuadro6.- Direccionamiento de pendientes de la microcuenca del Río Mazán

DIRECCIONALIDAD DE PENDIENTES		
DESCRIPCION	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)
Plano	1128	15,55
Norte	1782,34	24,57
Noreste	841,37	11,60
Este	786,81	10,85
Sureste	720,87	9,94
Sur	688,97	9,50
Suroeste	538,1	7,42
Oeste	289,31	3,99
Noroeste	477,82	6,59
<b>TOTAL</b>	<b>7253,59</b>	<b>100,00</b>

Figura 11. Direccionamiento de pendientes de la microcuenca del Río Mazán



**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M.

Analizando el histograma podemos observar que la mayoría de las pendientes existentes en la zona tienen un direccionamiento hacia el norte, cubriendo un 25%, seguido de las pendientes cuyo direccionamiento es hacia el Sureste con un 15%, como se había indicado existen zonas con pendientes bajas o planos en los cuales no existen direccionalidad de pendientes los cuales cubren un 15% de la microcuenca.

## 2.7 Cobertura Vegetal

El mapa de cobertura vegetal se obtuvo en base al mapa de ecosistemas MAE 2013 y a las correcciones en de la imagen Lanzad 2013 el cual esta visualizado a una escala de 150.000. Donde se obtuvieron las siguientes categorías: Bosque, Pastos, Plantaciones de Pino, Páramo y cuerpos de agua. (Mapa N° 7).

Bosques.- La vegetación de bosque andino más prístina puede sobrepasar los 20 m de altura, y tiene como especies principales al romerillo (*Prumnopitys montana*), al sarar (*Weinmania fagaroides*), guayusa (*Hedyosmum cumbalense*), pururug colorado (*Hedyosmun luteynii*), jugua (*Ocotea heterochoma*), marar (*Ternstroemia* sp.), *Myrcianthes ropaloides*, *Miconia crocea*, *M. denticulata*, *Oreopanax* sp., entre otras (Serrano, 1996). Dentro de esta cobertura se incluye además las zonas de chaparro que se encuentra entre los 3350 y 3400 msnm., encontramos especies como *Gynoxis buxifolia*, *G. microphylla*, *Hesperomeles heterophilla*, *Ageratina* sp., *Oreocalis grandiflora*, *Weinmania fagaroides*, *Gaultheria erecta*, *G. glomerata*, *Vaccinium* sp., *Ceratostema alatum* y *Pernettya prostrata* entre las más representativas (Serrano, 1996). En las zonas donde la vegetación ha sido talada y se ha podido regenerar un bosque secundario, las principales especies son: *Ageratina pseudochilca*, *Miconia crocea*, *Critonioopsis sensu*, *Vallea stipularis*, *Verbesina latisquemata*, *Viburnum triphyllum*, *Solanum oblonguifolium*, *Salvia corrugata*, *S. hirta*, entre otras (Minga, 1998).

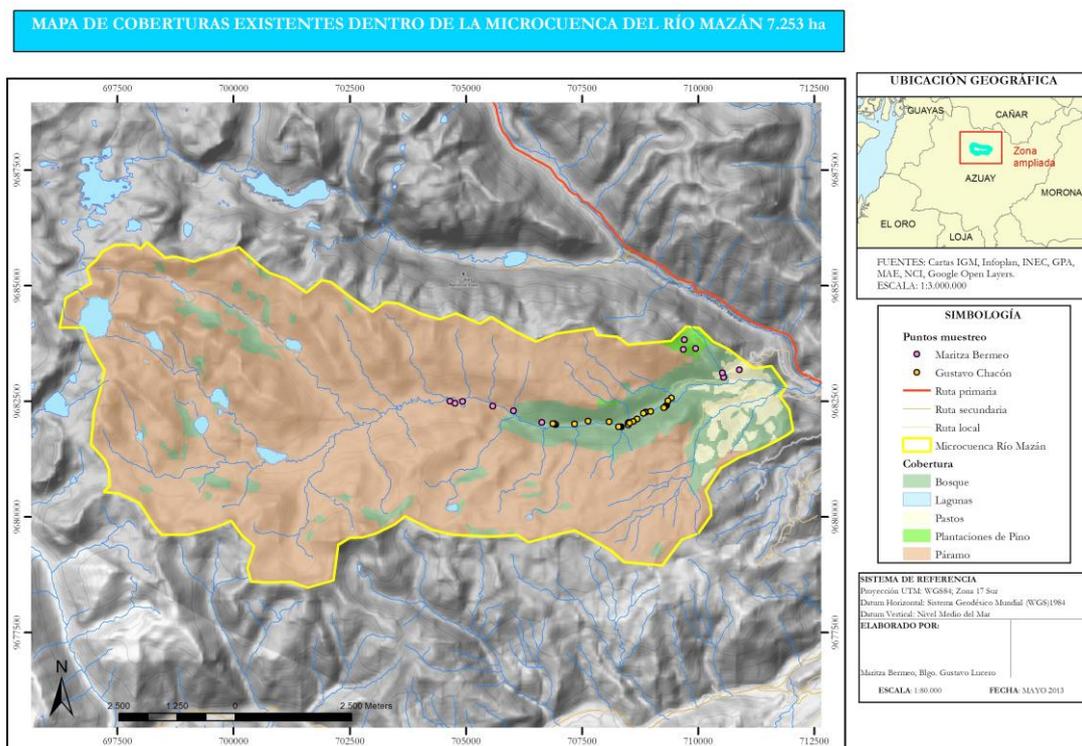
Pastizales o pastos.- La zona de pastos se encuentra directamente relacionada con uno de los principales ingresos carrozables y peatonales que existen dentro del Bosque debido a en zona además existen haciendas. En los pastizales encontramos gramíneas introducidas para el consumo del ganado vacuno, como *Holcus lanatus*, *Lolium perenne*, *Agrostis* sp, *Pennicetum clandestinum*, *Bromus catarticus* y otras especies asociadas como *Bidens andicola*, *Taraxacum officinalis*, *Sigesbekia mandoni* entre otras. En los pastizales la regeneración del bosque es más difícil y lenta, pero hay algunas especies de sucesión primaria que colonizan este hábitat con cierta facilidad como por ejemplo *Barnadesia arborea*, *Miconia bracteolata*, *Salvia corrugata*, *Rubus bogotensis* y *Berberis conferta* (Minga, 1998).

Paramo.- La zona de páramo presenta una densa vegetación de herbáceas, con predominio de paja (*Stipa ichu*), la que se encuentra asociada con otras hierbas como *Festuca* sp, *Calamagrostis* sp, *Elocharis montana*, *Gentianella ceratoides*, *Halenia*

weddleiana, entre otras. Están presentes también otras plantas como Puya hamata, Pernettya prostrata, Disterigma eupetریفolium, Escallonia sp, Werneria sp. En las zonas pantanosas, así como pequeños bosquetes de Polylepis reticulata (quinua), donde se presentan abundantes los musgos y líquenes (Minga, 1998).

También podemos encontrar sectores en donde se ha reforestado con especies introducidas como el pino (Pinus patula), eucalipto (Eucalyptus globulus) y ciprés (Cupressus macrocarpa) (Cordero, 1997).

**Figura 12. Mapa de coberturas existentes dentro de la microcuenca del Río Mazán**



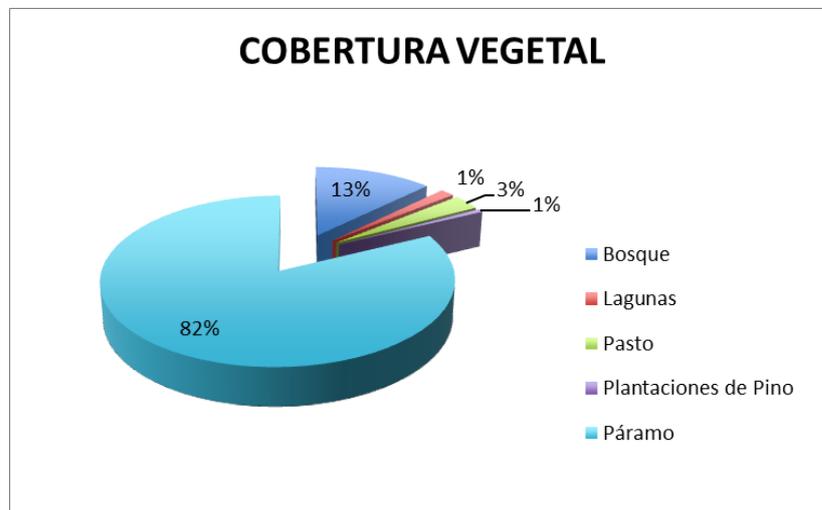
**Fuente:** IGM, MAE.2013

**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M.

Cuadro7.Cobertura Vegetal de la microcuenca del Río Mazán

COBERTURA	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)
Bosque	916,86	12,64
Lagunas	109,46	1,51
Pasto	216,22	2,98
Plantaciones de Pino	45	0,62
<b>Páramo</b>	<b>5965,78</b>	<b>82,25</b>
<b>TOTAL</b>	<b>7253,32</b>	<b>100</b>

Figura 13. Cobertura vegetal de la microcuenca del Río Mazán



**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M

## 2.8 Ecosistemas

La pérdida y fragmentación de los hábitats naturales es la mayor amenaza para la conservación de la biodiversidad y constituye la causa principal para la extinción de las especies silvestres (Suárez, 1998). La disminución de hábitats afecta a todas las especies y aumenta la posibilidad de extinción por la disminución de sus tamaños poblacionales. Esta fragmentación es originada por dos procesos distintos pero complementarios que inciden en la pérdida de la diversidad biológica. El primero es la reducción de los hábitats disponibles en un ecosistema, por actividades humanas como la expansión de la frontera agrícola y la deforestación. El segundo proceso es el incremento en el aislamiento de los remanentes de hábitats naturales, hasta conformar una suerte de islas,

creando barreras para la dispersión de los individuos entre los parches o fragmentos (Suárez, 1998).

A partir de este estudio se obtuvieron varios datos, de acuerdo con el tipo de cobertura vegetal. La metodología de levantamiento de la información sobre la cobertura vegetal siguió un conjunto de parámetros técnicos, como se expresa en la siguiente descripción. En el análisis realizado dentro del área de estudio; debido a la estructura del bosque, se categorizaron los siguientes tipos de ecosistemas, según Sierra (1999).

Arbustal Siempre verde y herbazal de paramo, Bosque siempre verde montano alto de la cordillera occidental de los Andes, Bosque siempre verde montano de la cordillera occidental de los Andes, Herbazal del Páramo, Herbazal y Arbustal siempre verde subnival del páramo, intervención y agua. (Mapa N: 8).

Arbustal Siempre verde: El estrato arbustivo no es muy diverso, debido a limitaciones fisiológicas que impiden el crecimiento leñoso (Bader *et al.* 2007). El dosel está generalmente compuesto por especies del género *Polylepis* junto con *Gynoxys* spp. Y *Buddleja* spp., aunque la dominancia de estos boques varía mucho, llegando en algunos casos a formar unidades monotípicas de *Polylepis* o *Gynoxys* (Hofstede *et al.* 1998). De acuerdo a Jørgensen y Ulloa (1994) las especies arbóreas características para estos bosques, que por lo general ocurren en densidades bajas, son *Escallonia myrtilloides*, *Hesperomeles obtusifolia*, *Myrsine andina* y *Oreopanax andreanum*. El estrato arbustivo-herbáceo es denso y está generalmente compuesto por especies de los géneros *Arcytophyllum*, *Barnadesia*, *Berberis*, *Puya*, *Brachyotum*, *Calamagrostis*, *Cortaderia*, *Diplostephium*, *Disterigma*, *Greigia*, *Pernettya*, *Senecio* y *Valeriana*. El piso al igual que los troncos del estrato arbóreo suelen estar cubiertos por briofitas. Vegetación reducida en muchos casos a remanentes por acción antrópica por efecto del fuego y extracción de madera.

Bosque siempreverde montano: Se extiende desde la zona más baja del área de influencia a los 2700, hasta los 3000 msnm, en donde la vegetación ha sido reemplazada hace mucho tiempo por cultivos, eucalipto y pastizales. En esta zona la vegetación nativa forma matorrales cuyos remanentes se encuentran en barrancos, quebradas o en pendientes pronunciadas. Son bosques siempreverdes, con alturas entre 5 a 7 metros (Jørgensen y Ulloa 1994), que por efectos de las condiciones climáticas crecen de forma torcida y ramificada, confiriéndoles un aspecto muy particular. Este tipo de ecosistema

ocurre en formas de parches aislados embebidos en una matriz de vegetación montana alta superior herbácea o arbustiva (Acosta-Solís 1984, Beltrán *et al.* 2009). Estos parches tienden a ocurrir en sitios menos expuestos al viento y la desecación como laderas abruptas, fondo de los valles glaciares o en la base de grandes bloques de rocas de los circos glaciares (Luteyn 1999). Debido a la alta humedad ambiental que contienen, los troncos de estos árboles están generalmente cubiertos por muchas especies de briofitas, líquenes, otras epífitas y hemiepífitas. Estos bosques forman dos estratos diferenciados.

Bosque siempreverde montano alto: Se encuentra entre los 3000 y 3400 msnm, con el suelo cubierto con una densa capa de musgo, árboles irregulares con troncos ramificados desde la base. A este tipo de vegetación pertenece la vegetación leñosa de la Reserva de Mazán. Bosques siempreverdes bajos a medios, esclerófilos a subesclerófilos y lauroides, generalmente densos y con dos estratos leñosos, abundantes epífitas y musgos. Está presente como fragmentos o parches relegados a las quebradas o en laderas montañosas con topografía accidentada, con pendientes de empinado a escarpado, según la clasificación geomorfológica de Demek, 1972, se encuentran sobre rocas metamórficas indiferenciadas y poseen suelos de taxonomía de orden inceptisol, de textura franco arcilloso, franco arcillo limoso con un drenaje moderado y pequeños parches de suelos franco (mal drenado). Debido a alteraciones antropogénicas en ocasiones estos ecosistemas quedan aislados en zonas de pendientes fuertes rodeadas por páramo herbáceo. La altura del dosel varía entre 8 a 10 m. Los troncos de los árboles son gruesos y torcidos, muchos de ellos se ramifican desde el nivel del suelo o presentan raíces adventicias, como en el caso de *Clusia flaviflora*. Los árboles más abundantes en este ecosistema pertenecen a los géneros *Ilex*, *Oreopanax*, *Schefflera*, *Maytenus*, *Hedyosmum*, *Clethra*, *Clusia*, *Weinmannia*, *Gaiadendron*, *Myrsine*, *Ardisia*, *Symplocos*, *Gordonia*, *Ternstroemia*, *Drymis*, *Saurauia*, *Desfontainea*, *Myrcia*, *Myrcianthes*, *Podocarpus*, *Prumnopitys*, *Turpinia*, *Freziera*, y varios géneros de Lauraceae, Melastomataceae, Rubiaceae (Balslev y Øllgaard 2002). La flora epifítica está dominada por Orchidaceae, Bromeliaceae e Hymenophyllaceae (Balslev y Øllgaard 2002). En áreas alteradas hay dominancia de *Chusquea* y *Rhipidocladum* (Balslev y Øllgaard 2002).

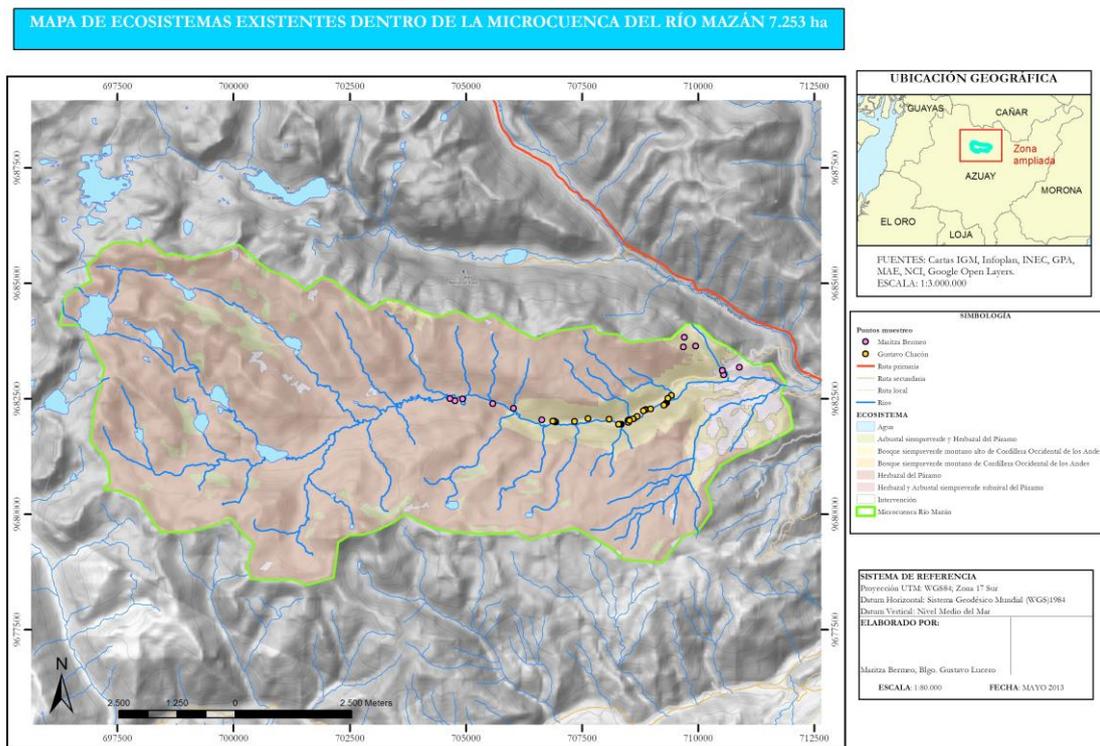
Páramo herbáceo: Se encuentra entre los 3400 y 4000 msnm., constituido principalmente por vegetación herbácea con dominancia de *Festuca*, *Calamagrostis* y

*Stipa*. Se mezclan con pequeños arbustos, *Polylepis*, *Gynoxys*, *Chuquiragua*, entre otras especies. Pajonales amacollados de alrededor de 1.20 m, mezclados con arbustos dispersos y parches de arbustos de hasta 3 m de altura. Cuatrecasas (1954, 1958, 1968) y Cleef (1981) consideraron a esta franja como un tipo de vegetación o ecosistema de bosque montano alto. Sin embargo, otros investigadores lo consideran un ecosistema diferente localizado sobre la línea de los bosques altoandinos (Ramsay 1992, Josse *et al* 2003). La composición y estructura del páramo arbustivo cambia hacia la parte baja de la distribución de este ecosistema, pues la riqueza de especies y promedio de estatura de los arbustos y el número de arbolitos incrementa dramáticamente. Este ecosistema ha desaparecido o se encuentra muy restringido por los efectos de la quema, pastoreo o por la ampliación de la frontera agrícola. En particular, en los flancos interiores de la cordillera (hacia los valles interandinos), este ecosistema se encuentra como remanentes muy localizados. En las vertientes exteriores, en particular en la oriental andina, este ecosistema se extiende unos 200 a 300 metros de elevación (3300 a 3600). Es importante mencionar que es el ecosistema que ocupa la mayor área dentro de la Microcuenca del Río Mazan.

Arbustal siempreverde subnival del páramo: Fisonómicamente, este ecosistema puede ser definido como un arbustal esclerófilo semipostrado con una altura entre 0.5 a 1.5 metros (Cleef 1980, 1981). Generalmente ocurre en morrenas y circo glaciares, escarpamientos rocosos, depósitos de rocas glaciares y pendientes pronunciadas de arena o quebradas estrechas (Schubert 1979, 1980). Este ecosistema se caracteriza por tener una vegetación fragmentada, con suelo desnudo entre los parches de vegetación, que se localiza en las cumbres más altas de la cordillera formando un sistema insular restringido a los sectores nor-occidentales y nor-orientales del Ecuador.

Localmente conocido como superpáramo, está dividido en dos tipos, superior e inferior (Cleef 1980, 1981, van der Hammen y Cleef 1986, Sklenář 2000). En el superpáramo inferior, las formas de vida dominantes están compuestas por arbustos esclerófilos enanos (e.g. *Loricaria*, *Pentacalia*, *Diplostephium*), cojines (*Xenophyllum*, *Azorella*, *Distichia*, *Plantago*) y hierbas de tallo corto (*Poa*, *Stipa*, *Calamagrostis*) (Sklenář y Balslev 2005); los arbustos y las pajas amacolladas desaparecen gradualmente a lo largo del gradiente de elevación y son remplazados en importancia por los cojines, rosetas acaulescentes, arbustos postrados y hierbas de tallo corto (Cuatrecasas 1968; Harling 1979, Cleef 1981, Ramsay y Oxley 1997, Luteyn 1999)

**Figura 14. Mapa de Ecosistemas existentes dentro de la microcuenca del Río Mazán**



**Fuente:** IGM, MAE.

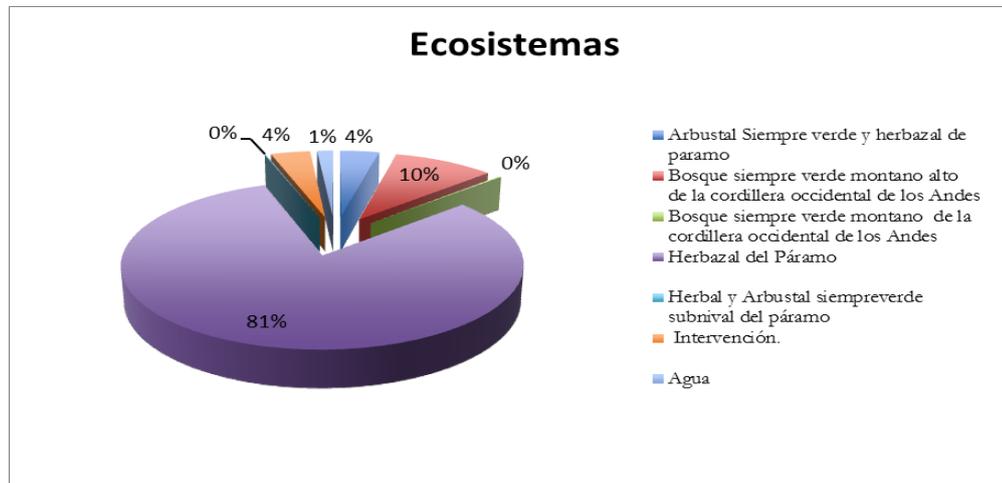
**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M.

**Cuadro8. Ecosistemas de la microcuenca del Río Mazán**

ECOSISTEMAS	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)
Arbustal Siempre verde y herbazal de paramo	268,79	3,71
Bosque siempre verde montano alto de la cordillera occidental de los Andes	694,72	9,58
Bosque siempre verde montano de la cordillera occidental de los Andes	15,57	0,21
Herbazal del Páramo	5886,58	81,16
Herbal y Arbustal siempreverde subnival del páramo	7,42	0,10
Intervención.	271,05	3,74
Agua	109,19	1,51
<b>TOTAL</b>	<b>7253,32</b>	<b>100</b>

Elaboración: M.B.A.; G.L.M

Figura 15. Ecosistemas de la microcuenca del Río Mazán



Elaboración: M.B.A.; G.L.M.

## 2.9 Suelos

De acuerdo al Diagnóstico Conservacionista de la Cuenca del Río Paute, elaborado por UMACPA (1984), es justamente esta zona de vida, el bosque húmedo Montano, una de las que presentan una mayor degradación potencial de sus suelos debido a sus características climáticas, fisionómicas y pedológicas, pudiendo llegar a 41,8 ton/ha/año de suelo erosionado. Los suelos de la zona del bosque Mazán y su área de influencia, corresponden al tipo inceptisol según en el sistema de clasificación Soil Taxonomy del United States Department of Agriculture (USDA) el cual incluye los datos climatológicos en la clasificación del suelo (Dercon, et al., 1998).

Estos son suelos que se han desarrollado sobre depósitos eólicos de materiales piroclásticos (cenizas, lapillis) emitidos por los volcanes jóvenes de la sierra norte. Este material ha sufrido una fuerte meteorización debido a las condiciones climáticas, transformándose en arcilla alofánica amorfa, la cual posee una alta capacidad de retención de agua. En la parte norte de Fierroloma, la ceniza ha desaparecido por las pendientes fuertes, por lo que presenta suelos arcillosos producto de la alteración de la roca volcánica, formando una arcilla de tipo kaolinita, los cuales son clasificados como Tropudalfs y/o Eutropepts. En general, los suelos de estas ABVP presentan un alto contenido de materia orgánica con más del 20% de carbono por lo que son suelos

negros, pH generalmente ácido y retención de agua entre 100 y 200% en relación a su peso seco (Umacpa, 1996).

El régimen de humedad del suelo es Údico en ambas ABVP, lo que significa que todo el perfil no permanece seco durante más tres meses consecutivos, y que las lluvias están bien distribuidas durante el año (Dercon, et al., 1998).

## **2.10 Taxonomía de Suelos**

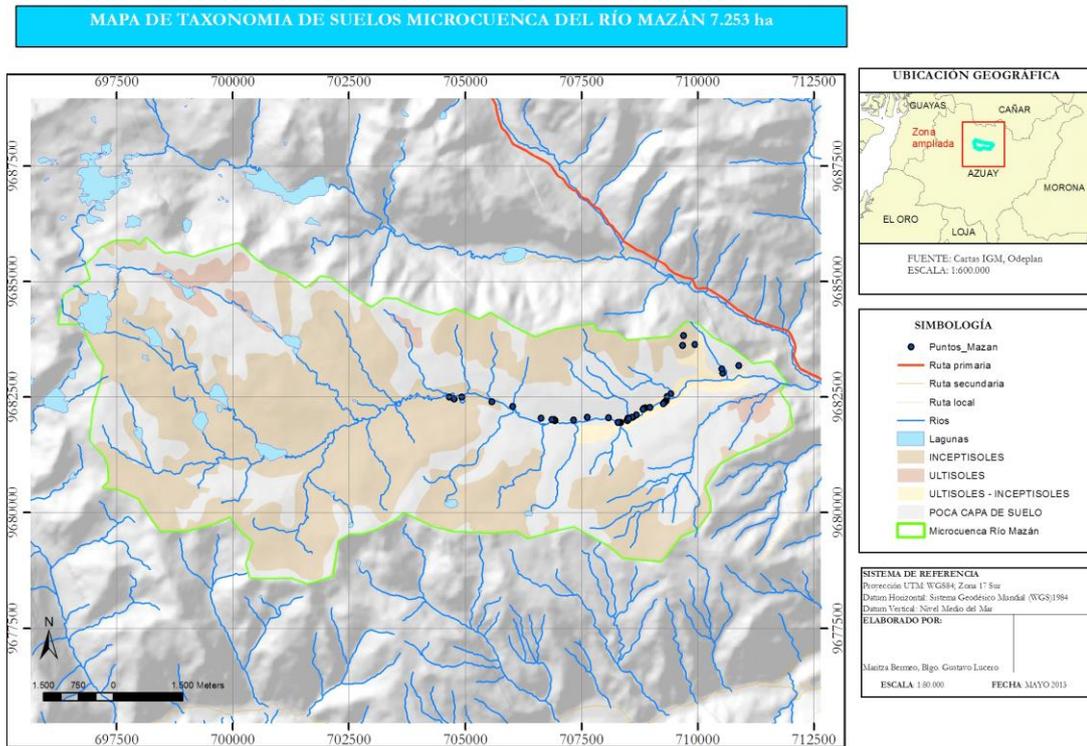
En la microcuenca se encontraron dos tipos marcados de suelos de acuerdo a la clasificación internacional Soil Taxonomy (USDA Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos) (Mapa N9) que son:

Ultisoles: son suelos que se diferencian de los Alfisoles por tener una saturación de bases baja, mientras que de los Aridisoles porque poseen un horizonte argílico, además de que un Ultisol no puede darse nunca en régimen arídico. La diferencia de los Gelisoles es que los Ultisoles carecen de permafrost en su perfil, mientras que se diferencian de los Histosoles por su alto grado de descomposición de la materia orgánica, ya que en un suelo Ultisol la acumulación, descomposición y humificación de la materia orgánica son procesos menores en la formación de estos suelos.

Inceptisol: La microcuenca tiene una superficie de 4000,9ha de este tipo de suelo, estos suelos se caracterizan por ser suelos minerales con un incipiente desarrollo de horizontes pedogenéticos (uno o más horizontes de alteración o concentración) de superficies geomorfológicas jóvenes. Representan una etapa subsiguiente de evolución en relación con los entisoles. Los Inceptisol son aquellos suelos que están empezando a mostrar el desarrollo de los horizontes puesto que los suelos son bastante jóvenes todavía en evolución. Es por ello, que en este orden aparecerán suelos con uno o más horizontes de diagnóstico cuya génesis sea de rápida formación, con procesos de translocación de materiales o meteorización extrema.

Además sobresale información donde se observa que existe poca capa de suelo esto debido a que existen zonas de altas pendientes y erosión provocando un lavado de nutrientes que conforman la cubierta del suelo.

**Figura 16. Taxonomía de suelos de la microcuenca del Río Mazán**



**Fuente:** IGM, MAE.

**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M

**Cuadro9. Taxonomía de suelos de la microcuenca del Río Mazán**

TAXONOMIA DE SUELOS		
DESCRIPCION	SUPERFICIE(ha)	PORCENTAJE (%)
INCEPTISOL	4000,9	55,16
ULTISOLES-INCEPTISOLES	149,42	2,06
ULTISOLES	217,86	3,00
POCA CAPA DE SUELO	2885,15	39,78
<b>TOTAL</b>	<b>7253,33</b>	<b>100,00</b>

Figura 17. Taxonomía de suelos de la microcuenca del Río Mazán

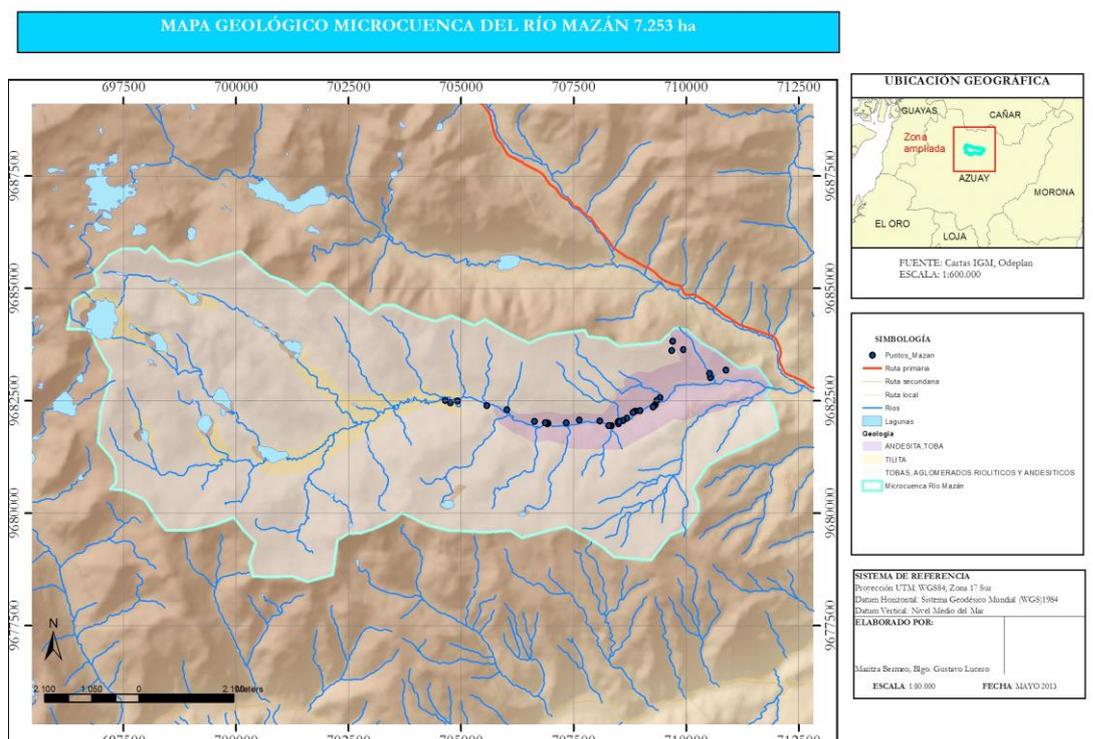


Elaboración: M.B.A.; G.L.M.

### 2.11 Geología

En el mapa presentado a continuación se muestran las diferentes formaciones geológicas que se encuentra en la microcuenca, la geología es un aspecto importante a tomarse en cuenta ya que permite planificar de mejor manera las posibles explotaciones futuras del territorio en caso de existir en este: yacimientos mineros, hidrocarburos, además del aprovechamiento de recursos hídricos subterráneos de existir.

Figura 18. Mapa de Geología de la microcuenca del Río Mazán



Fuente: IGM, MAE.

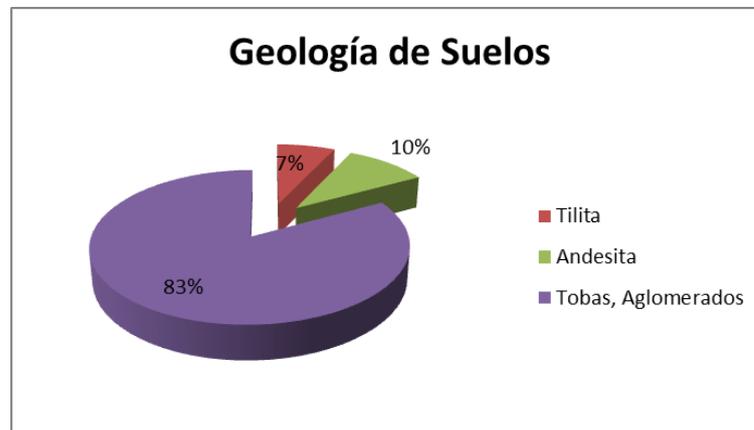
**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M

**Cuadro 10. Geología de la microcuenca del Río Mazán**

GEOLOGIA				
SIMBOLO	LITOLOGIA	PERIODO	SUPERFICIE(Ha)	PORCENTAJE(%)
GT	Tilita	Cuaternario	540,95	7,47
KC	Andesita Toba	Cretacio	715,13	9,87
PT	Tobas,Aglomerados,Rioliticos y Andesiticos	Cuaternario	5987,97	82,66
<b>TOTAL</b>			7244,05	100

**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M.

**Figura 19. Geología de la microcuenca del Río Mazán**



**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M.

Como se puede observar en el gráfico el territorio de la microcuenca está formado por tobas aglomerados riolíticos y andesitas en una superficie de 5987,97 Ha, estas formaciones se encuentran en casi toda el área en un 83% del total del territorio este tipo encontrado pertenecen al período cuaternario el cual va desde 2588 millones de años atrás hasta el presente.

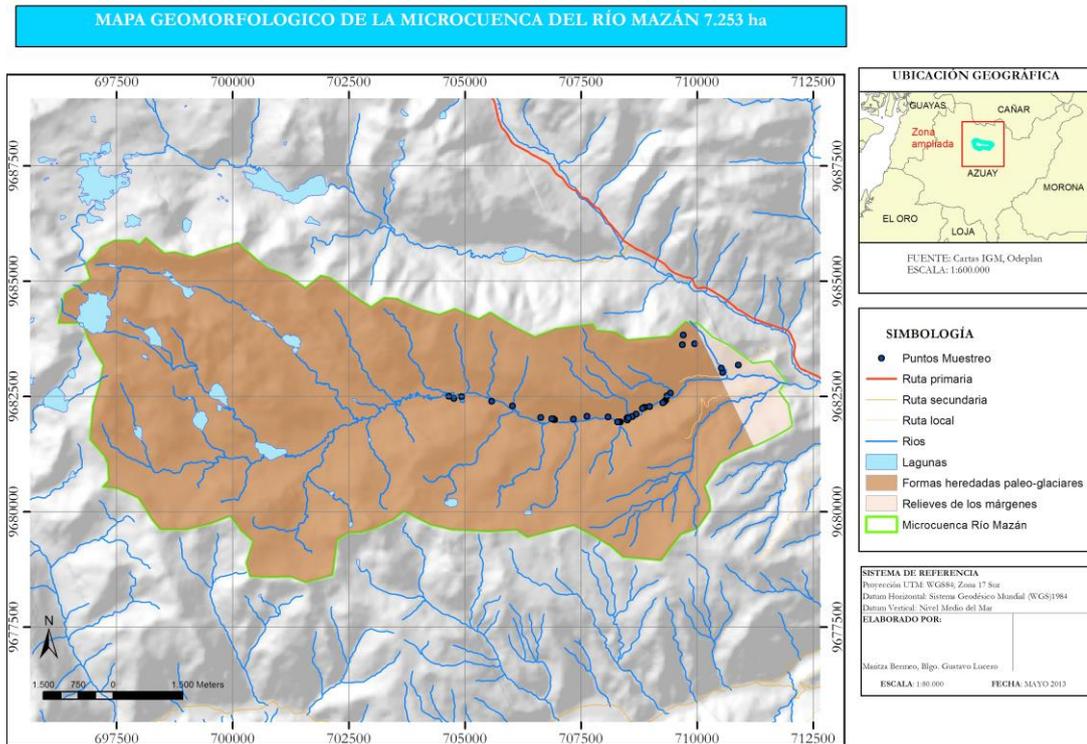
## 2.12 Geomorfología

En el mapa presentado a continuación se analiza la geomorfología de la microcuenca que como su nombre lo indica se ve la forma de la tierra (relieve), el cual ha ido variando debido a procesos constructivos y destructivos dados a lo largo del tiempo.

Se presentan climas fríos de cordillera y relieves montañosos con vertientes irregulares y principalmente relieves escarpados que es característico de las formas heredadas

paleoglaciales que ocupa casi en su totalidad del área el bosque protector. Y revisando los datos de la tabla y del figura presentados, podemos observar que en la microcuenca se presentan dos tipos de formas de la tierra, en el 91% del territorio se presentan formas heredadas Paleoglaciales cubriendo una superficie de 7026,25 ha y por relieves de los márgenes que es el 3% del total.

**Figura 20. Mapa de Geomorfología de la microcuenca del Río Mazán**



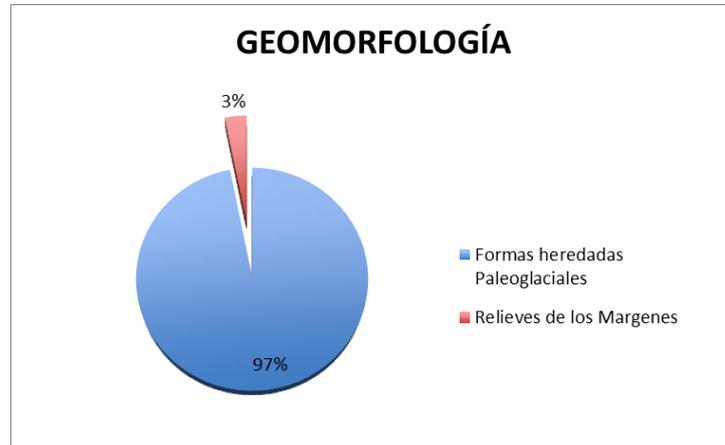
**Fuente:** IGM, INFOPLAN

**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M.

**Cuadro11. Geomorfología de la microcuenca del Río Mazán**

GEOMORFOLOGÍA		
DESCRIPCION	SUPERFICIE(ha)	PORCENTAJE (%)
Formas heredadas Paleoglaciales	7026,25	96,87
Relieves de los Márgenes	227,07	3,13
<b>TOTAL</b>	<b>7253,32</b>	<b>100,00</b>

**Figura 21. Geomorfología de la microcuenca del Río Mazán**



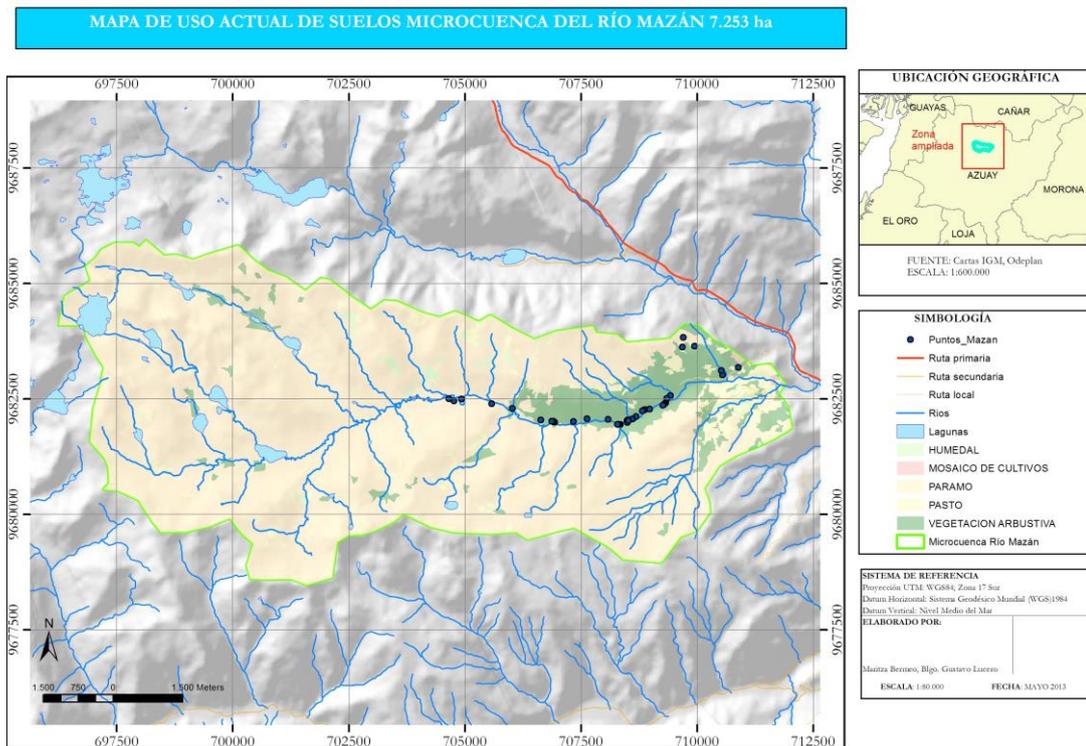
**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M.

### 2.13 Uso actual del suelo

El uso del suelo se refiere como su nombre lo indica al uso que se está dando por parte del hombre al suelo, este puede estar de acuerdo o no con su aptitud agrícola dándole así un buen aprovechamiento o no del mismo.

El mapa de suelos de la zona en estudio se realizó tomando como base el propuesto por el del Gobierno Provincial del Azuay, obteniendo como resultado que existe un 85% de paramo que equivale al 6172,78 ha siendo así esta zona de vital importancia como refugio de fauna, flora y sobre todo de recurso hídrico, sin embargo el ABVP presente serios conflictos de usos debido que existen áreas donde ya existe zonas de pastos y pastoreo esto debido a la presencia de hacendados aledaños que utilizan las zonas de amortiguamiento ya que estas les pertenecen y además sirven como corredor de ingreso hacia el bosque y parque nacional Cajas.

**Figura 22. Mapa de Uso actual del suelo de la microcuenca del Río Mazán**



**Fuente:** IGM, Gobierno Provincial del Azuay.

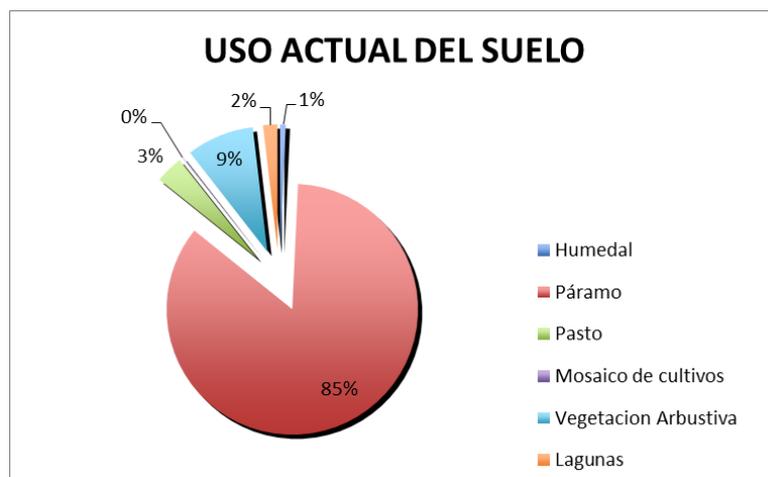
**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M.

**Cuadro12. Uso actual del suelo microcuenca del Río Mazán**

USO ACTUAL DEL SUELO		
DESCRIPCION	SUPERFICIE(ha)	PORCENTAJE (%)
Humedal	52,12	0,72
<b>Páramo</b>	<b>6172,78</b>	<b>85,10</b>
Pasto	259,69	3,58
Mosaico de cultivos	7,55	0,10
Vegetación Arbustiva	626,3	8,63
Lagunas	134,76	1,86
<b>TOTAL</b>	<b>7253,2</b>	<b>100</b>

**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M.

Figura 23. Uso actual del suelo microcuenca del Río Mazán



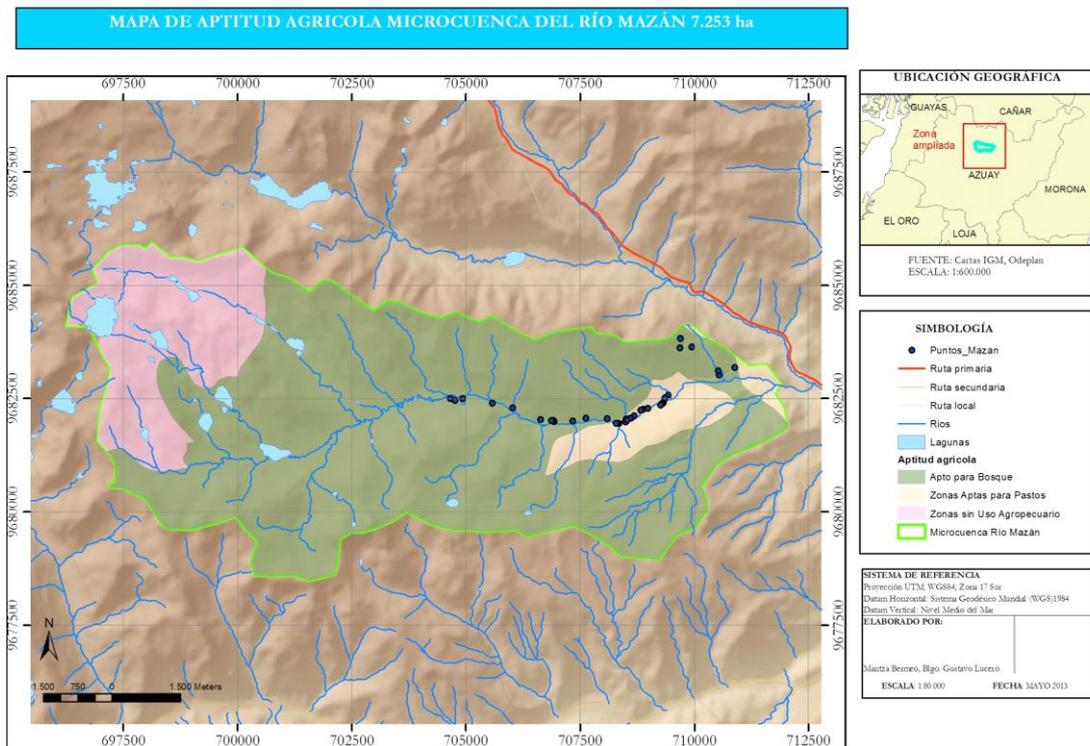
**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M.

### 2.14 Aptitud agrícola

Los asentamientos y actividades humanas en la zona datan de principios del siglo XX, habiéndose empleado estas áreas sobre todo para la explotación forestal y para la instalación de potreros. Entre 1976 y 1983 la compañía maderera Artepráctico explotó comercialmente la madera para la fabricación de muebles finos, lo que provocó la pérdida de la mayor parte de bosque maduro, perdurando este hábitat únicamente las zonas de más difícil acceso. Se crearon pastizales en las zonas deforestadas durante y después del período de explotación forestal (Chacón, 1997). Parte de estas zonas fueron abandonadas, dando paso a una regeneración de bosque secundario cuya edad actual oscila entre los 18 y 25 años. Chacón.1997 calcula que para llegar al estado clímax de madurez en este tipo de bosque se requiere de más de 60 años.

El suelo tiene diversas aptitudes para su uso, en base a la información proporcionada por SENPLADES podemos ver que en la microcuenca existen tres tipos de aptitud agrícolas encontradas en la zona que son: apto para bosque, aptas para pastos y zonas sin uso agropecuario; como se presenta a continuación en los siguientes cuadros podemos observar que la microcuenca en un 76.2% que corresponde a 5519,36 ha es apto para zona boscosa y en cambio un porcentaje inferior de 17,7% de la superficie son zonas sin uso agrícola esto debido a que es un bosque protector donde la actividad agrícola y de pastoreo no es permitida, además de que existen el limitante por pendientes fuertes donde la sensibilidad a la erosión es muy marcada.

**Figura 24. Mapa de Aptitud agrícola de la microcuenca del Río Mazán**



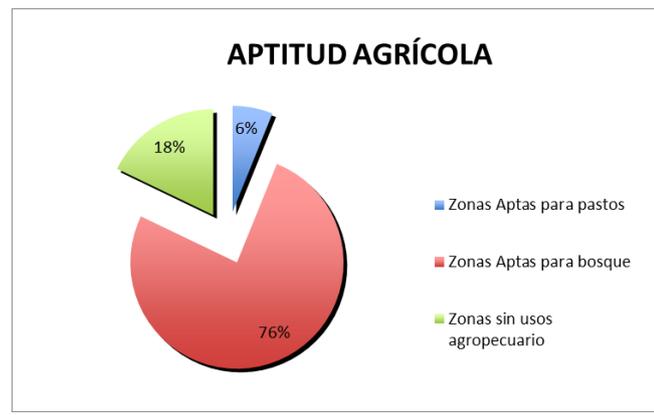
**Fuente:** IGM, SENPLADES.

**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M.

**Cuadro13. Aptitud agrícola de la microcuenca del Río Mazán**

APTITUD AGRÍCOLA		
DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE(ha)	PORCENTAJE (%)
Zonas Aptas para pastos	441,14	6,09
Zonas Aptas para bosque	5519,36	76,2
Zonas sin usos agropecuario	1293,08	17,71
<b>TOTAL</b>	<b>7253,58</b>	<b>100</b>

**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M.

**Figura 25. Aptitud agrícola de la microcuenca del Río Mazán**

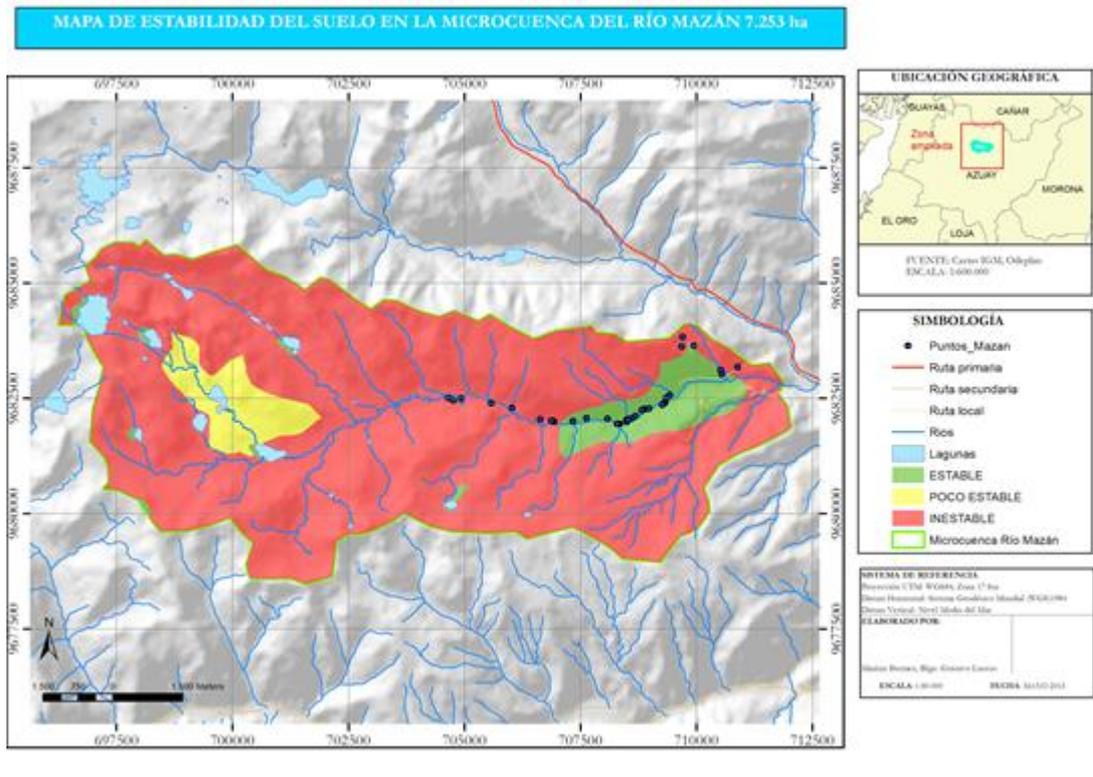
**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M.

## 2.15 Problemas de Estabilidad y Erosión

### 2.15.1 Estabilidad del suelo

La estabilidad representa la resistencia que tiene una porción de tierra contra fallas o movimientos, la inestabilidad del suelo puede ser producido por algunos factores como por ejemplo por obras realizadas por el hombre, situaciones estacionales, laderas posiblemente inestables entre otros.

Figura 26. Mapa de Estabilidad del suelo de la microcuenca del Río Mazán



Fuente: IGM, INFOPLAN

Elaboración: M.B.A.; G.L.M.

Cuadro14. Estabilidad del suelo de la microcuenca del Río Mazán

ESTABILIDAD		
DESCRIPCION	SUPERFICIE(ha)	PORCENTAJE (%)
Estable	530,14	7,31
Poco estable	391,98	5,40
Inestable	6331,2	87,29
<b>TOTAL</b>	<b>7253,32</b>	<b>100</b>

Figura 27. Estabilidad del suelo de la microcuenca del Río Mazán



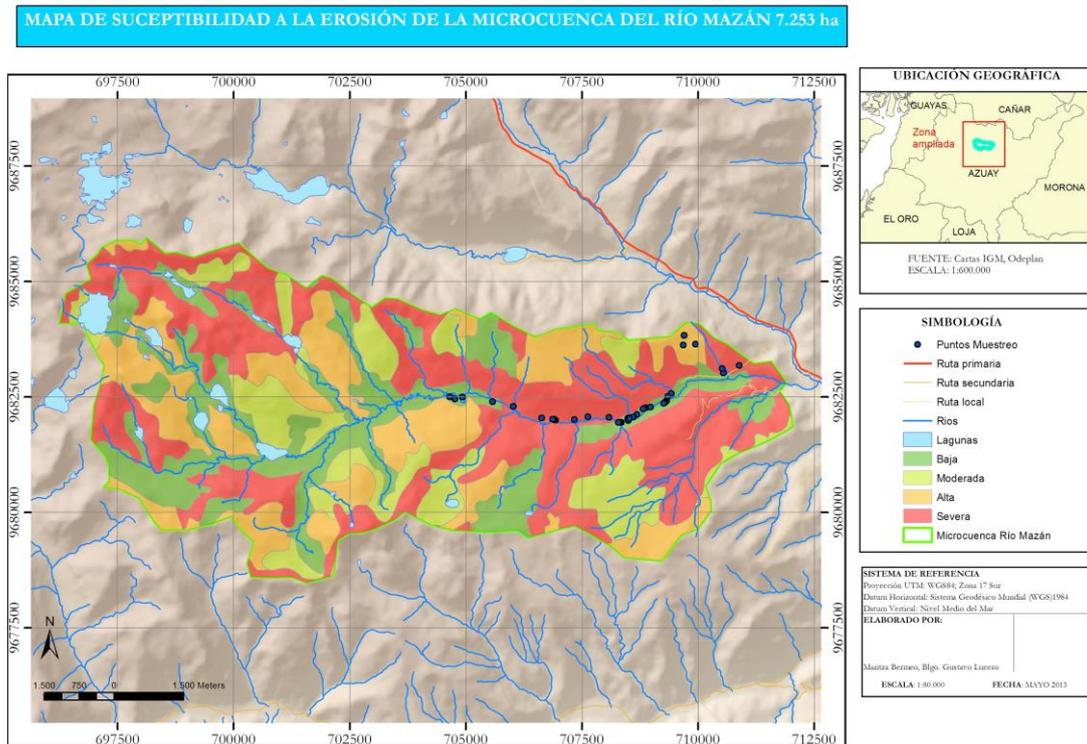
**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M.

### 2.15.2 Susceptibilidad a la Erosión

En la ABVP según los datos con los que se cuenta se puede ver que la susceptibilidad del terreno a la erosión es muy fuerte en la mayoría del territorio y baja en la superficie restante, lo cual se describe a continuación.

Como se puede ver en el gráfico el territorio dentro de la microcuenca el 40% de la superficie total que corresponde a 2875,15 ha cuya susceptibilidad es severa a la erosión, dentro de esta superficie se encuentran zonas con pendientes muy fuertes mayores a las 70% por ello son consideradas zonas de conservación, reforestación y repoblación natural. La mayor parte del territorio de las ABVP se encuentra en una zona de erosión alta, mientras que en la zona de influencia, la mayor parte de la superficie tiene un rango de erosión muy baja debido a la gran extensión de páramo de pendiente moderada.

Figura 28. Mapa de Zonas susceptibles a la erosión de la microcuenca del Río Mazán



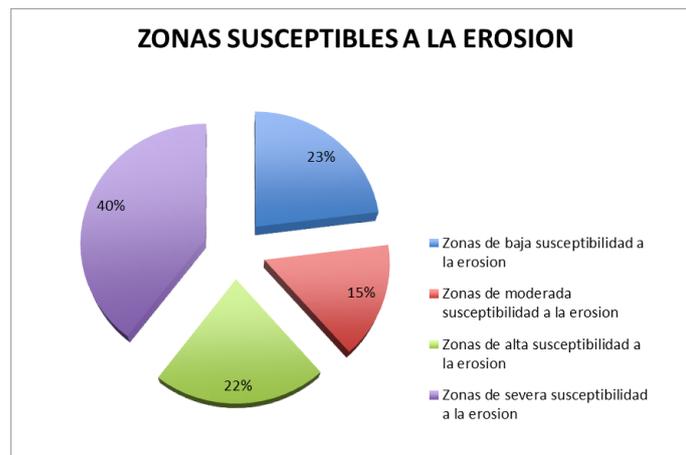
Fuente: IGM, ODEPLAN

Elaboración: M.B.A.; G.L.M.

Cuadro15. Zonas susceptibles a la erosión de la microcuenca del Río Mazán

<b>ZONAS SUSCEPTIBLES A LA EROSIÓN</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SUPERFICIE(ha)</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
Zonas de baja susceptibilidad a la erosión	1668,4	23,00
Zonas de moderada susceptibilidad a la erosión	1128,15	15,55
Zonas de alta susceptibilidad a la erosión	1581,63	21,81
Zonas de severa susceptibilidad a la erosión	2875,15	39,64
<b>TOTAL</b>	<b>7253,33</b>	<b>100</b>

**Figura 29. Zonas susceptibles a la erosión de la microcuenca del Río Mazán**



**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M.

## 2.16 Recursos Hídricos

### 2.16.1 Hidrografía

Una cuenca hidrográfica, es el espacio delimitado por la unión de todas las cabeceras que forman el río principal o el territorio drenado por un único sistema de drenaje natural (río que lleva todas las aguas a un lago o al mar), el estudio de las cuencas permite el planificar de mejor manera las acciones a tomar frente al riesgo de inundaciones, así como permite la medición de entrada, acumulación y salida de sus aguas para gestionar su aprovechamiento. (ESPOL.2011).

Además la hidrología analiza las interrelaciones entre el agua y su ambiente se interesa principalmente en el agua localizada cerca de la superficie del suelo, se interesa particularmente en aquellos componentes del ciclo hidrológico que se presentan ahí esto es, precipitación, evapotranspiración, escorrentía y agua en el suelo.

En la actualidad la hidrología tiene un papel muy importante en el planeamiento del uso de los Recursos Hidráulicos, y ha llegado a convertirse en parte fundamental de los proyectos de ingeniería que tienen que ver con suministro de agua, disposición de aguas servidas, drenaje, protección contra la acción de ríos y recreación. (ICAOTA.2011)

El mapa de sistemas hídricos, a escala 1:80000, muestra que el sistema hidrológico de la zona está constituido por: Río Culebrillas, Río de Capillas, Río Mazán, y cuerpos

lagunares: Chocar, Verdes, Tintacocha, Totoracocha, Runa Sayana, Guandugcocha, Chuspihuaycu. De todos ellos dentro de la microcuenca la quebrada de Chuspihuaycu ocupa el 17,92% del total de superficie pues es alimentada por la laguna Chuspihuaycu, siendo así estas las más representativas de la zona. Todas estas fuentes recogen aguas por medio de pequeñas quebradas secas e intermitentes que drenan en épocas de lluvia todas las aguas.

Es importante mencionar que la categorización se hace en base a la superficie que abarcan tanto los ríos como lagunas dentro del microcuenca, por ello se otorgan códigos de agrupamiento.

**Cuadro16. Sistema de Hídrico la microcuenca del Río**

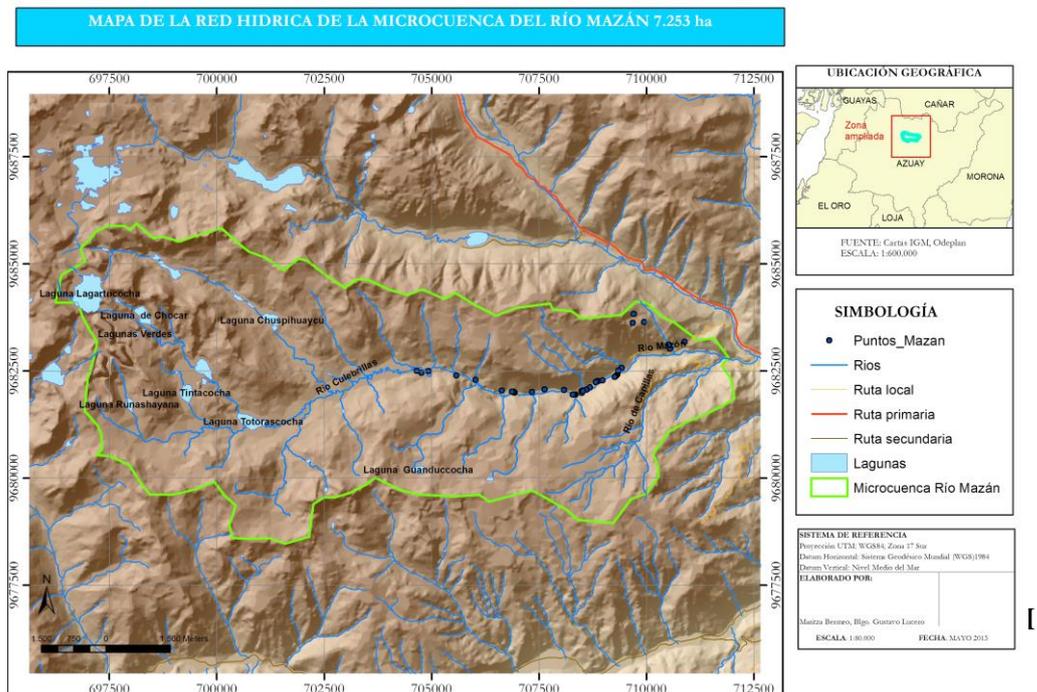
**Mazán**

MICROCUECNA	RIOS - LAGUNAS-QUEBRADAS	SUPERFICIE ha	PORCENTAJE %
Mazán	Q.255283	131,28	1,81
	Q.255269	487,48	6,72
	Q. RAYOLOMA	358,3	4,94
	Q.261167	374,16	5,16
	Q.255626	312,71	4,31
	Q.262426	182,34	2,51
	L.TOTORACOCHA	29,62	0,41
	Q.262618	191,41	2,64
	Q.255248	218,06	3,01
	Q.255207	974,54	13,44
	Q.262528	410,17	5,65
	Q.262719	546,48	7,53
	Q.CHUSPIHUAYCU	1298,65	17,90
	Q.255226	207,85	2,87
	R.DE CAPILLAS	981,03	13,52
	Q.COLES SURCU	549,51	7,58
	<b>Total</b>	7253,59	100

**Figura 30. Sistema hídrico la microcuenca del Río Mazán**



Figura 31. Mapa de la red hídrica de la microcuenca del Río Mazán



**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M.

### 2.16.2 Precipitación

En meteorología, la precipitación es cualquier forma de hidrometeoro que cae del cielo y llega a la superficie terrestre. La precipitación es una parte importante del ciclo hidrológico porque es responsable de depositar agua fresca en el planeta. La precipitación es generada por las nubes cuando alcanzan un punto de saturación; en este punto las gotas de agua creciente que se forman caen a la Tierra por gravedad. Se puede inducir a las nubes a producir precipitación, rociando un polvo fino o un químico apropiado (como el nitrato de plata) dentro de la nube, generando las gotas de agua e incrementando la probabilidad de precipitación. (Ville.110.pg)

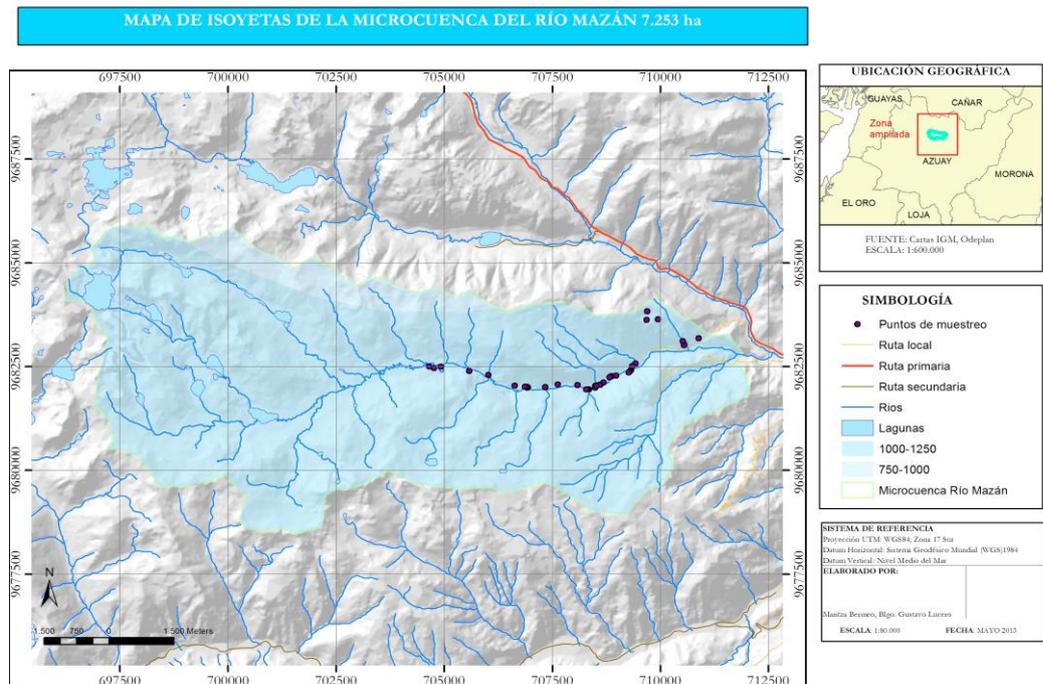
De todos los fenómenos meteorológicos la lluvia es la de mayor importancia para la superficie terrestre y la vida del hombre. De la cantidad y el régimen de precipitaciones dependen la descomposición de las rocas, la formación de suelos, la erosión, etc.

Finalmente la precipitación es muy importante para la determinación del clima de una zona o territorio, pues también su importancia radica en el elemento fundamental para el

relleno de acuíferos y provee de sistemas naturales de cuencas y canales de irrigación.

La precipitación en la Microcuenca del Mazan se sitúa en un rango anual de 750mm a 1250mm, con dos estaciones lluviosas marcadas y una humedad relativa entre el 65 y el 85%.

**Figura 32. Mapa de precipitaciones de la microcuenca del Río Mazán**



**Fuente:** INAMHI.2008.

## 2.17 Factores Humanos

### 2.17.1 Tenencia de Tierras

A inicios del siglo XX, parte de Dudahuaycu (Mazán) fue de propiedad de José Moscoso Jaramillo y hermanos, cuyos descendientes aún poseen haciendas en los alrededores del área. Posteriormente, perteneció a Bolívar Quinde, Luciano Moscoso y a la Cooperativa Hato Chocar. Desde 1984, el Municipio de Cuenca, a través de la Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable y Alcantarillado (ETAPA) adquirió esta área para conservar las fuentes de agua para la ciudad de Cuenca y en 1994 adquirió 120 ha de bosque plantado de eucalipto, y en 1998 compró la propiedad de la Cooperativa Hato Chocar en el páramo, por lo que actualmente posee el 91,5 % de la microcuenca del río Mazán, es decir 6753 ha de las 7253,78 ha que

conforman la microcuenca. Lamentablemente, no fue posible obtener información confiable respecto a la superficie de las propiedades por desconfianza de sus propietarios o cuidadores.

En esta zona la parcelación del suelo debido a herencias o ventas en las últimas décadas, ha traído como consecuencia la pérdida de vegetación natural por la ampliación de pastizales y un uso más intensivo del suelo. Igual que ocurre en otros sectores del país, la propiedad privada es otro factor que incrementa la deforestación, ya que la propiedad comunitaria no siempre asegura los beneficios para los trabajadores, mientras que en una propiedad privada, el dueño sabe que todos los posibles beneficios serán para él, por lo que invierte un mayor esfuerzo (Wunder, 1996). Los dueños amplían los pastizales tanto como sea posible para aumentar su productividad, considerando además al bosque una fuente de problemas para sus cultivos y ganado (exceso de humedad, plagas, predadores). Talar el bosque es beneficioso para los propietarios, pero los efectos negativos son sentidos sobre todo aguas abajo (Aldes, 2000).

Los propietarios particulares de la zona de influencia, partiendo desde el río de Capillas con dirección Este, hasta el puente de Gulag son: Sr. José Moscoso, Sr. Emiliano Pacheco, Sr. Solís, Sr. Rogelio Castro, Fam. Yucxi, Sr. Amado Solís, Sr. Arturo Guerrero, Sr. Loja, Sr. José Condo y Sr. Jim Clare. Desde el puente de Gulag hacia el nor oeste, las propiedades pertenecen a: Sra. Gladis Eljuri, Sr. Rodrigo Vintimilla, Sr. Humberto Alvarez, Sr. Lisardo Villa, Sr. Fidel Guevara, Sr. Gutierrez, Sr. Velisario Dominguez, Srs. Solís, Sra. Zoila Cuzco, Fam. Gordillo, Minifundios, Sr. Leonidas Guerrero, Sr. José Domínguez, Sr. Teófilo Prado, Sr. Manuel Domínguez, Sr. Albarracín, Sr. Abel Domínguez, Sr. Melchor Palaguachi, Sr. Luis Chimborazo, Sr. Pedro Carabajo, Sra. María Pasaca, Dr. Gómez, Dr. Juan González y Sr. Rafael Villacís. Por el Oeste, ETAPA. En esta lista no se incluyen 6 propietarios minifundistas cuyo nombre no se pudo determinar. (Rodas.F.2001.)

El resto de la zona de influencia se encuentra al sur del ABVP Dudahuaycu y pertenece a la Cuenca del río Yanuncay, siendo básicamente una extensa zona de páramo de propiedad indeterminada y que se encuentra incluida en el ABVP Yunguilla.(Rodas.F.2001.)

### **CAPÍTULO III: RESULTADOS CARTOGRÁFICOS EN FUNCIÓN DE LA INFORMACIÓN NUTRICIONAL DEL SUELO.**

Los datos obtenidos en laboratorio fueron colocados en matrices de valoración para posteriormente exportar la tabla de Excel a Argis 10.1, donde los datos fueron normalizados en base a las clases otorgadas, para posteriormente realizar un "Join" con el mapa del perfil de cobertura resultando la unión de ambas tablas de atributos.

Dentro de este punto se debe resaltar que la información fue recolectada en la zona noreste de la microcuenca, es por ello que la información gráfica presentada fue extrapolada a toda el área de estudio en base al criterio de cobertura de cada uno de los puntos levantados es decir por ejemplo, la información que se tiene de pajonal será visualizada en toda la microcuenca en base a las características físicas y químicas considerado en este estrato.

Teniendo entonces tres niveles de caracterización del estado de nutrición del suelo:

Si el contenido de un elemento es "**bajo**" se espera respuesta a la aplicación de un fertilizante que contenga dicho elemento. Si el valor del pH es bajo se recomienda ciertos fertilizantes en el caso de suelo con agropecuario.

Si el contenido es "media" a "**intermedio**", se asume que la respuesta a la aplicación de un fertilizante que contenga dicho elemento no es significativa en un incremento en producción. La respuesta al fertilizante aplicado que contiene el elemento evaluado puede ser errática, y no responde, necesariamente, a la cantidad de fertilizante aplicado.

Si el contenido es "**optimo**" a "**alto**" significa que no hay respuesta a la aplicación del fertilizante que contenga este elemento. En algunos casos el contenido alto de un elemento podrá resultar Fitotóxico para la mayoría de las plantas, por ejemplo en el caso de la acidez intercambiable y el % de saturación de acidez. También la alta concentración de un elemento puede afectar en forma negativa la absorción de otro, como es el caso de las relaciones antagónicas entre Ca, Mg y K.

Esta información fue recopilada en un solo cuadro donde se puede observar los criterios y los colores otorgados para cada uno de los resultados obtenidos en el estudio. (Anexo 2).

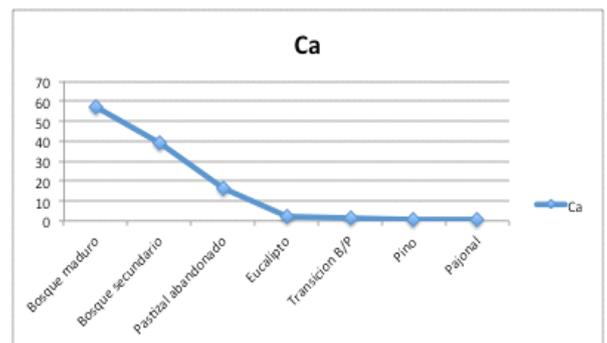
### 3.1 Descripción de los elementos nutricionales hallados dentro del Microcuenca del Río Mazán.

#### 3.2 Calcio.

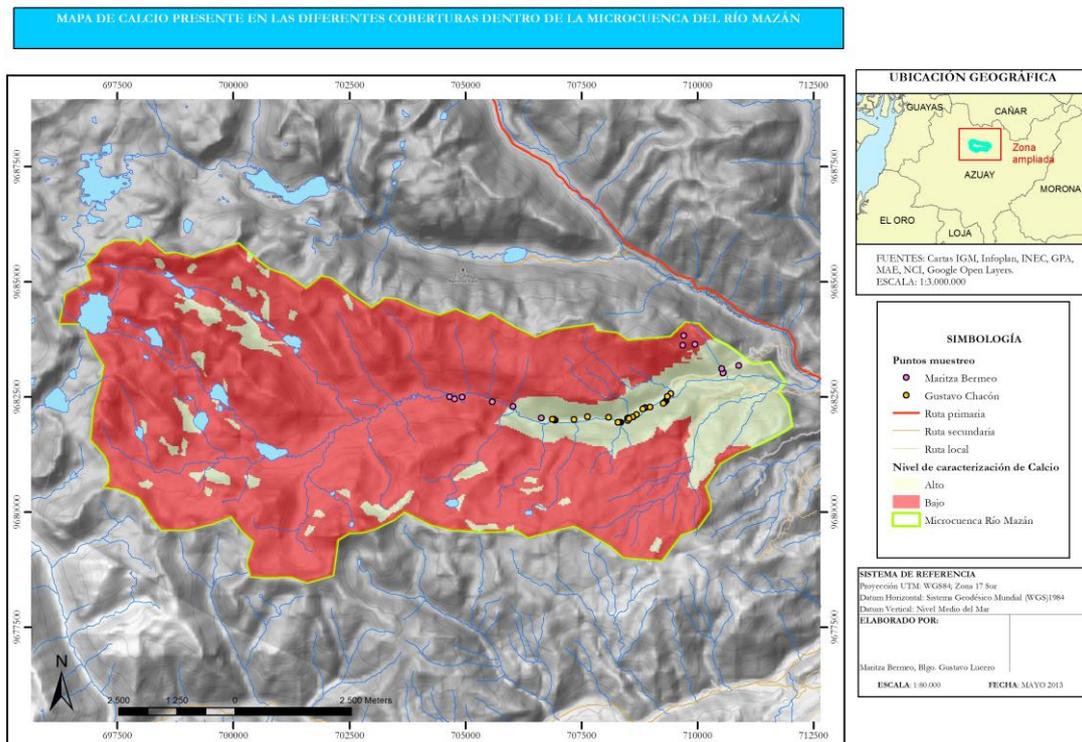
Ayuda al temprano crecimiento de bellos radicales en la raíz, mejora el vigor de la planta y da consistencia al tallo; impulsa y mejora la producción de la semilla; en cierta forma corrige la acidez del suelo y estimula los microorganismos del suelo. Se refiere al calcio que esta adherido a la partícula del suelo y puede ser intercambiado con otros iones de carga positiva. Estos iones pueden ser Magnesio, Sodio y Potasio. Como se puede ver el pastizal abandonado bosque maduro y bosque secundario, presentan resultados con niveles óptimos y altos.

Cuadro17. Disponibilidad de Ca en la microcuenca del Río Mazán

Estrato	Ca ppm	clase	rango
Bosque maduro	57,4888	alto	>15
Bosque secundario	38,7182	alto	>15
Pastizal abandonado	16,5306	optimo	6_15
Eucalipto	1,8475	bajo	<4
Transición Bosque/Pajonal	1,5831	bajo	<4
Pino	0,3579	bajo	<4
Pajonal	0,4859	bajo	<4



**Figura 33. Mapa de la distribución de Ca dentro de la microcuenca del Río Mazán**



Fuente: IGM, INFOPLAN, Datos calidad de suelo.

Elaboración: M.B.A.; G.L.M.

### 3.3 Fosfatos.

Son dos de los tres macronutrientes (el otro es nitrógeno) requeridos por las plantas para un crecimiento óptimo. Estos nutrientes son requeridos en cantidades grandes en comparación con los micronutrientes (Ej., Zinc, Hierro, Boro, etc.). El fósforo disponible es absorbido por la planta en forma de  $H_2PO_4$  en suelos ácidos, y como  $HPO_4^{2-}$  en suelos alcalinos. El fósforo está mayormente disponible cuando la temperatura del suelo está sobre  $10^{\circ}C$ . El fósforo es necesitado por toda la planta pero es más crucial para el crecimiento radicular. El fósforo también es necesario para etapas iniciales de crecimiento y desarrollo de las plantas. Donde el pastizal abandonado y bosque maduro, presentan resultados con niveles óptimos y altos.

Cuadro18. Disponibilidad de PO4 en la microcuenca del Río Mazán

Estrato	PO4 ppm	clase	rango
Bosque maduro	41,4065	optimo	20-50
Bosque secundario	21,6085	medio	12_20
Pastizal abandonado	38,9046	optimo	20-50
Eucalipto	0,0000	bajo	<12
Transición B/P	2,1800	bajo	<12
Pino	0,0000	bajo	<12
Pajonal	0,0000	bajo	<12

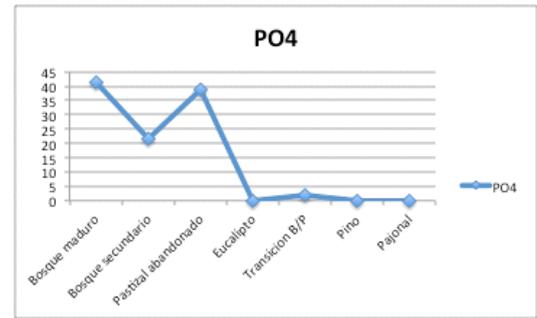
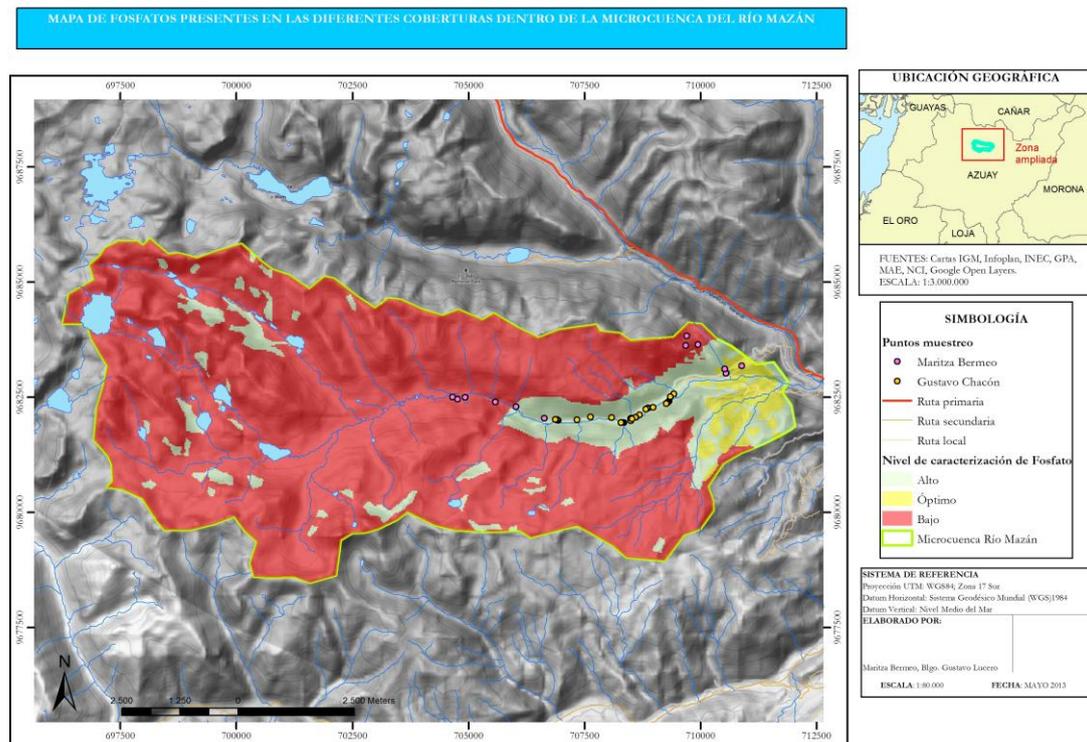


Figura 34. Mapa de la distribución de PO4 dentro de la microcuenca del Río Mazán



Fuente: IGM, INFOPLAN, Datos calidad de suelo.

Elaboración: M.B.A.; G.L.M.

### 3.4 Hierro.

El hierro está presente en la biosfera en dos estados de oxidación, Fe+2 y Fe+3, los cuales son termodinámicamente estables bajo condiciones anóxicas y óxicas, respectivamente. El Fe+3 se encuentra en una amplia variedad de formas químicas, como minerales altamente cristalinos: magnetita (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>), goetita (FeOOH), hematita (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), vivianita (Fe<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·8H<sub>2</sub>O) o ferrihidrita (Fe(OH)<sub>3</sub>), y minerales con poca o ninguna estructura cristalina: oxihidróxidos amorfos (Hacher *et al.*, 2001). Esta asociado con la producción de clorofila; su disponibilidad es adversamente influenciada en suelos básicos, húmedos o fríos, o que se hayan sobre-encalados. En los resultados observamos que todos los estratos presenta niveles bajos sin embargo el pajonal y transición bosque pajonal son los más representativos.

Cuadro19. Disponibilidad de Fe en la microcuenca del Río Mazán

Estrato	Fe ppm	clase	rango
Bosque maduro	0,0046	bajo	<5
Bosque secundario	0,0056	bajo	<5
Pastizal abandonado	0,0011	bajo	<5
Eucalipto	0,0247	bajo	<5
Transición B/P	0,2870	bajo	<5
Pino	0,0237	bajo	<5
Pajonal	0,2870	bajo	<5

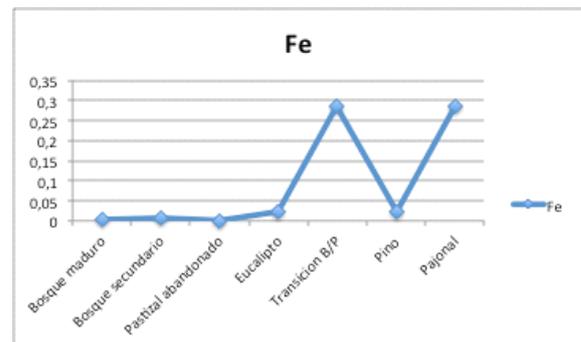
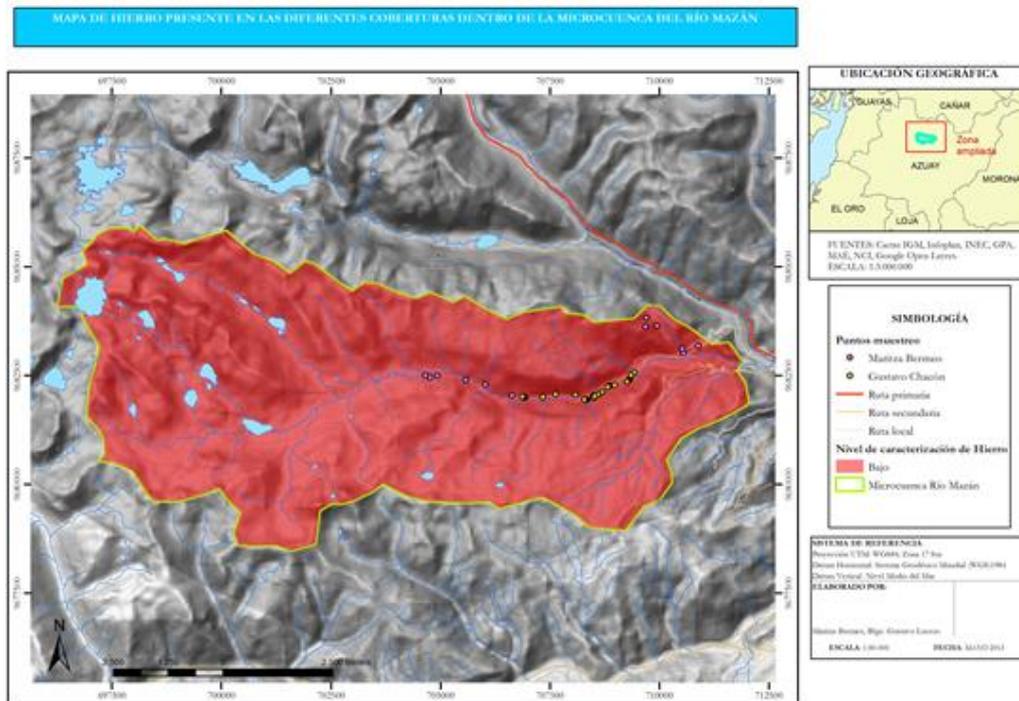


Figura 35. Mapa de la distribución de Fe dentro de la microcuenca del Río Mazán



Fuente: IGM, INFOPLAN, Datos calidad de suelo.

Elaboración: M.B.A.; G.L.M.

### 3.5 Magnesio.

Parte esencial de la clorofila, necesaria para la formación de azúcar en la planta; actúa como portador de fósforo en la planta y ayuda a regular otros nutrientes. Se refiere al Magnesio que está adherido a la partícula del suelo y que pueden intercambiarse con otros iones de carga positiva, tales como Calcio, Sodio y Potasio. De igual manera los niveles óptimos se presentan en bosque secundario y pastizal.

Cuadro20. Disponibilidad de Mg en la microcuenca del Río Mazán

Estrato	Mg ppm	clase	rango
Bosque maduro	6,4444	alto	>6
Bosque secundario	4,7727	optimo	3_6
Pastizal abandonado	3,5284	optimo	3_6
Eucalipto	0,8198	bajo	<1
Transición B/P	0,7199	bajo	<1
Pino	0,8198	bajo	<1
Pajonal	0,7199	bajo	<1

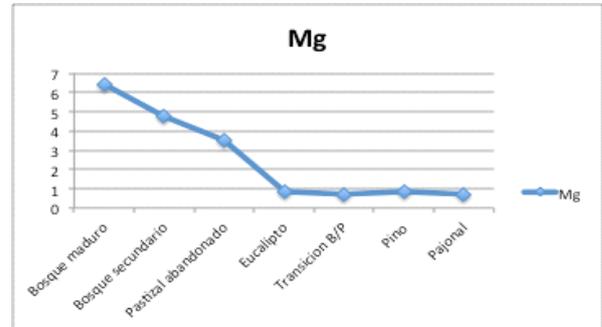
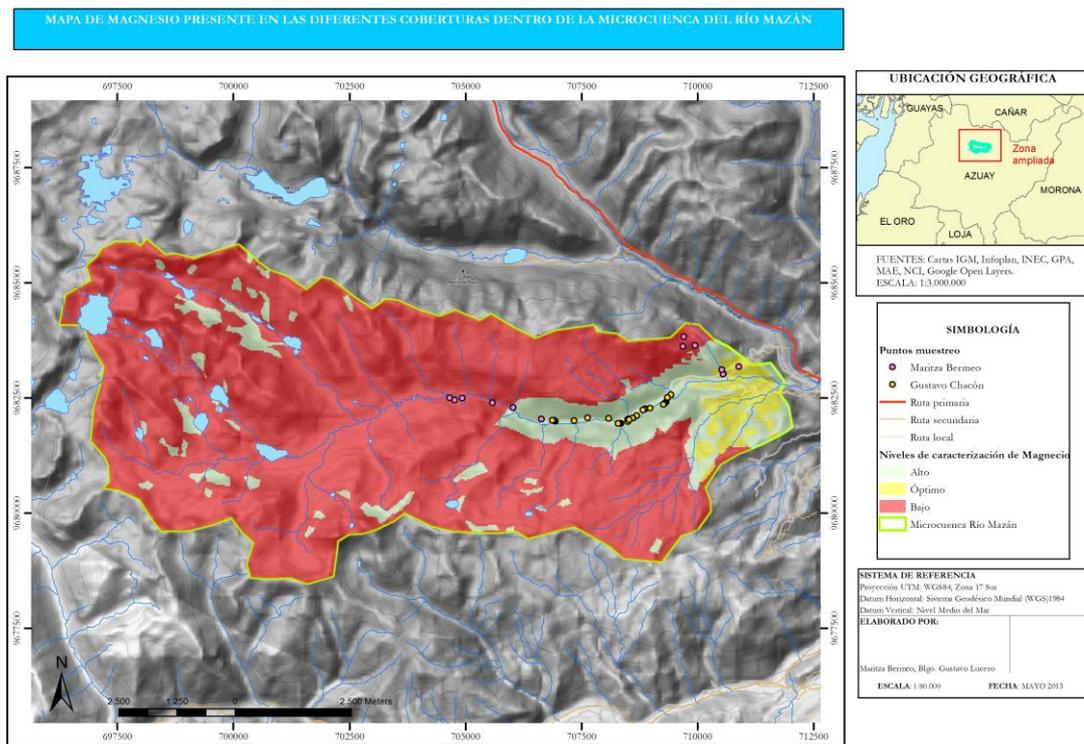


Figura 36. Mapa de la distribución de Mg dentro de la microcuenca del Río Mazán



Fuente: IGM, INFOPLAN, Datos calidad de suelo.

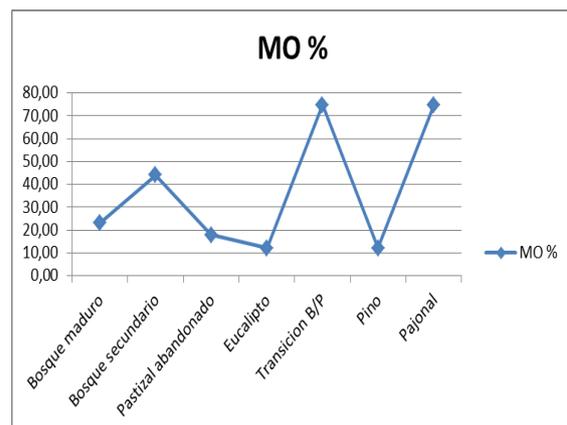
Elaboración: M.B.A.; G.L.M.

### 3.6 Materia Orgánica.

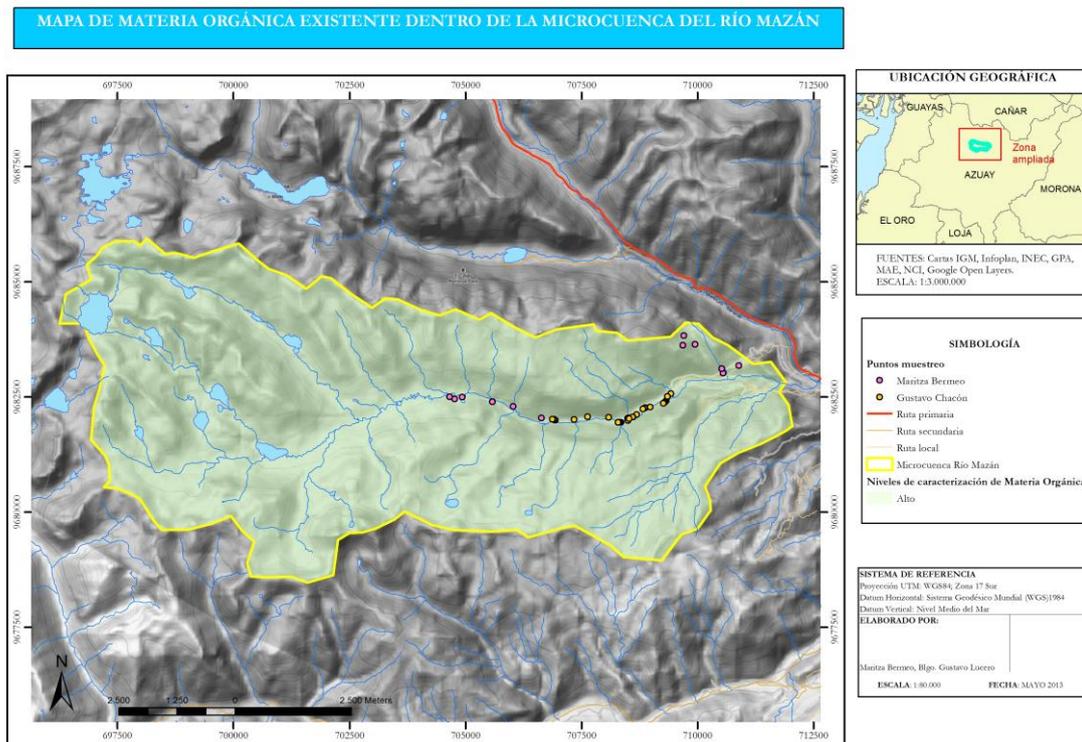
Es el residuo de plantas y animales incorporados al suelo, y se expresa en %. El contenido de materia orgánica es un índice que permite estimar en forma aproximada las reservas de N, P y S en el suelo, y su comportamiento en la dinámica de nutrientes (Kiss 1996). La materia orgánica mejora muchas propiedades químicas, físicas y microbiológicas que favorecen el crecimiento de las plantas. Los suelos con menos de 2% de materia orgánica tienen bajo contenido, y de 2 a 5% es un contenido medio, siendo deseable que el valor sea superior a 5%. Existen niveles por encima de lo óptimo lo que nos dice que son suelos ricos en materia orgánica sin embargo hay que considerar que son suelos jóvenes y que están comenzando el desarrollo de sus horizontes siendo así más propensos a la erosión por factores antrópicos.

**Cuadro21. Disponibilidad de MO en la microcuenca del Río Mazán**

Estrato	MO %	clase	rango
Bosque maduro	22,99	alto	>10
Bosque secundario	43,99	alto	>10
Pastizal abandonado	17,92	alto	>10
Eucalipto	11,98	alto	>10
Transición B/P	74,85	alto	>10
Pino	11,98	alto	>10
Pajonal	74,85	alto	>10



**Figura 37. Mapa de la distribución de Materia Orgánica dentro de la microcuenca del Río Mazán**



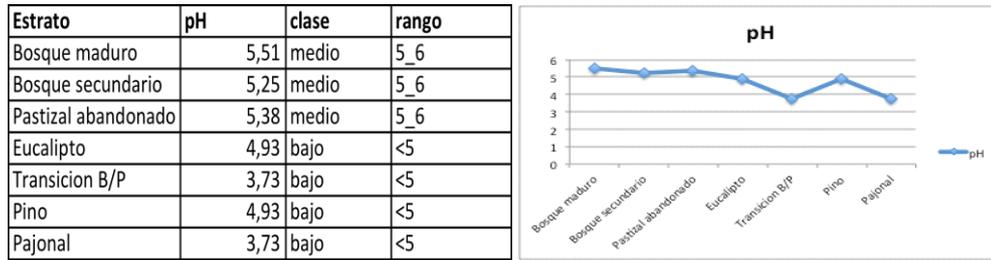
Fuente: IGM, INFOPLAN, Datos calidad de suelo.

Elaboración: M.B.A.; G.L.M.

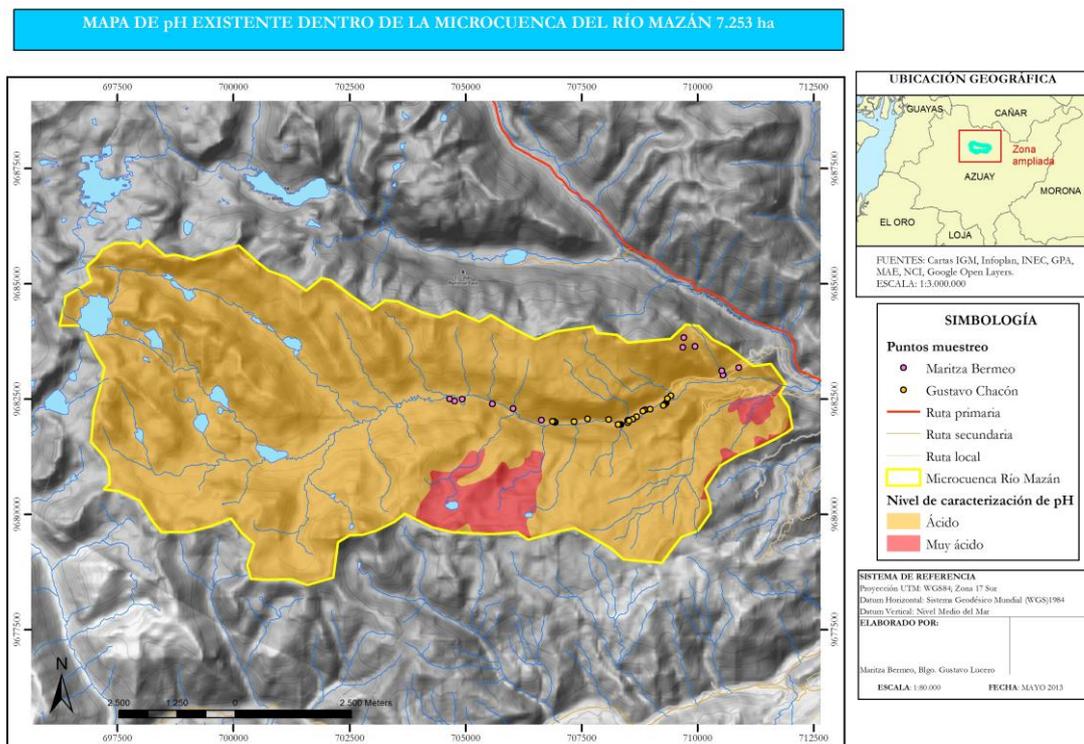
### 3.7 pH.

En general, los suelos de estas ABVP presentan un alto contenido de materia orgánica con más del 20% de carbono por lo que son suelos negros, pH generalmente ácido y retención de agua entre 100 y 200% en relación a su peso seco (UMACPA, 1996). Se observa que la mayoría de estratos presentaron suelos ácidos siendo los suelos de bosque los más cercanos al rango óptimo de pH.

**Cuadro22. Rango de pH en la microcuenca del Río Mazán**



**Figura 38. Mapa de la distribución de pH dentro de la microcuenca del Río Mazán**



Fuente: IGM, INFOPLAN, Datos calidad de suelo.

Elaboración: M.B.A.; G.L.M.

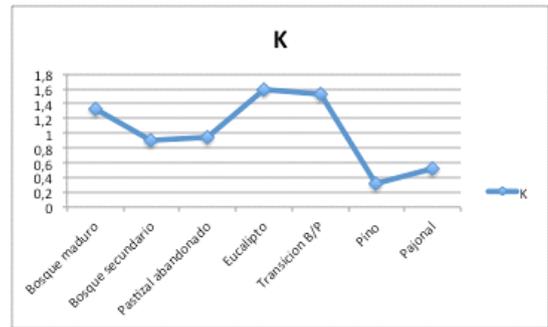
### 3.8 Potasio.

Imparte vigor, resistencia a enfermedades e impulsa el enraizamiento. Ayuda en la formación de proteína, calidad de la fruta y del tallo o en la consistencia del tallo, es esencial en la formación y translocación de almidón, azúcares y aceites en la planta. La zona presenta resultados positivos en todos los estratos con respecto a este elemento. Es

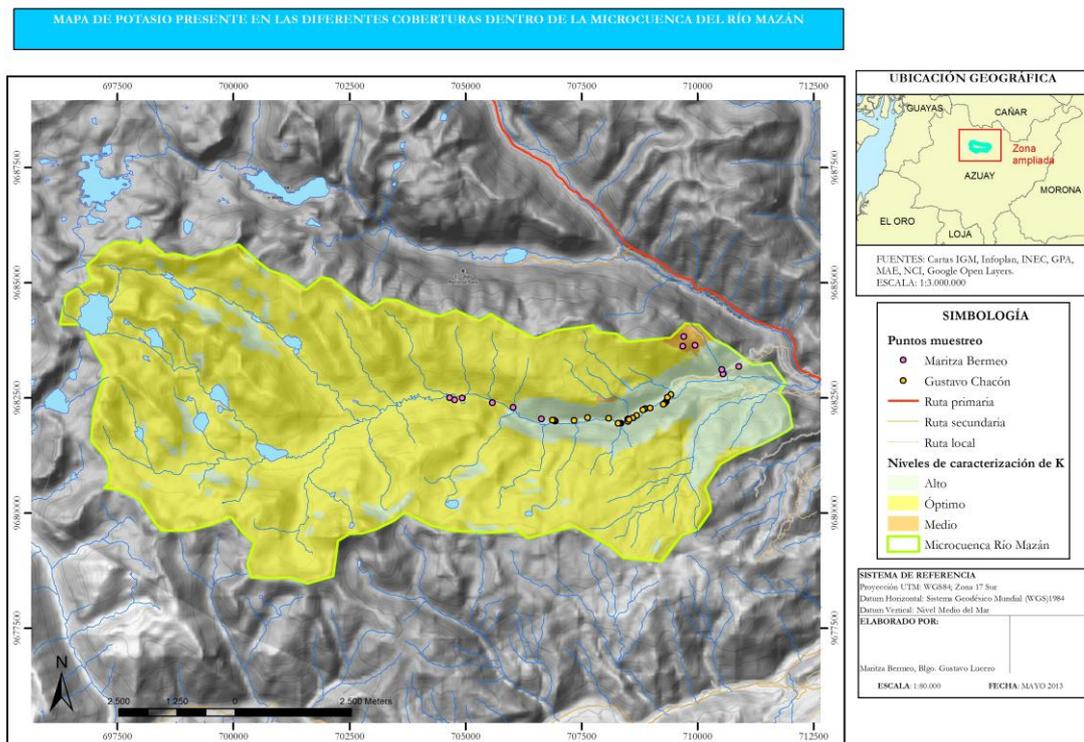
el nutriente que menores problemas de disponibilidad presenta, ya que, en general, la provisión de este elemento en los suelos es aceptable. (Sanzano, A.2009).

**Cuadro23. Disponibilidad de K en la microcuenca del Río Mazán**

Estrato	K ppm	clase	rango
Bosque maduro	1,3332	alto	>0,8
Bosque secundario	0,8979	alto	>0,8
Pastizal abandonado	0,9420	alto	>0,8
Eucalipto	1,5873	alto	>0,8
Transición B/P	1,5245	alto	>0,8
Pino	0,3110	medio	0,2-0,5
Pajonal	0,5211	optimo	0,5-0,8



**Figura 39. Mapa de la distribución de K dentro de la microcuenca del Río Mazán**



Fuente: IGM, INFOPLAN, Datos calidad de suelo.

Elaboración: M.B.A.; G.L.M.

### **3.9 Aptitud Agroecológica**

#### **3.10 Metodología de para la elaboración de mapas de parámetros de calidad y agroecología.**

Se utilizó la metodología de zonificación agro-ecológica (ZAE), de acuerdo con los parámetros establecidos por la FAO, 1997, la cual se refiere a la división de la superficie de tierra en unidades más pequeñas, que tienen características similares relacionadas con la aptitud de tierras, la producción potencial y el impacto ambiental.

Para posteriormente normalizar los datos en base a la Norma del “Land Capability”, del Servicio de Conservación de suelos del Departamento de Agricultura de EEUU. Este es un método interpretativo, para seleccionar suelos que son aptos para un uso particular o diseño de sistemas de manejo de suelos. Donde finalmente se genera una matriz normalizada. (Anexo3).

Se realiza un análisis individualizado para cada una de las unidades de mapeo seleccionadas, clasificando de I a VIII cada una de las características de la Unidad incluyendo clima. Luego se elige la clasificación más alta para cada unidad y esa es la designación de clase de la misma. Se describen luego las limitaciones de cada una de ellas.

Finalmente con los datos de campo obtenidos y los resultados de laboratorio, se realizaron mapas donde los puntos levantados sirvieron como guía de cada uno de los estratos para extrapolar al resto del área circundante.

La agroecología se define como el manejo ecológico del ecosistema, presentando alternativas a la actual crisis de modernidad, con propuestas de desarrollo participativo (Toledo, 1990) desde los ámbitos de la producción y la circulación alternativa de sus productos, pretendiendo establecer formas de producción y consumo que contribuyan a encarar la crisis ecológico y social, para restaurar el curso alterado de la coevolución social y ecológica y enfrentarse al neoliberalismo y la globalización económica (Sevilla y Woodgate, 1997; Norgaard, 1991).

La agroecología como alternativa incorpora un enfoque de la agricultura más ligado al entorno natural y más sensible socialmente, centrada en una producción sustentable ecológicamente. Sin obviar, los fenómenos netamente ecológicos dentro del campo de

cultivo, tales como relaciones depredador-presa o competencia de cultivo-arvense. (Castillo.R.2004).

La agroecología se opone a la reducción de la biodiversidad y uso de todo agroquímico, con la consiguiente contaminación y destrucción del ambiente, al excesivo e inadecuado uso de la mecanización y el riego. También se opone al desplazamiento del pequeño agricultor, al favorecer las mejores tierras a los más pudientes, provocando un proceso de concentración de la tierra, con su premisa falsa de que el hambre en el mundo se resolvía aumentando la producción de alimentos, obviando las causas sociales de este fenómeno y postergando su abordaje real.(Castillo.R.2004).

Una **zona agro-ecológica** es una unidad cartográfica de recursos de tierras, definida en términos de clima, fisiografía y suelos, y/o cubierta de tierra, y que tiene un rango específico de limitaciones y potencialidades para el uso de tierras.

En el mapa de agroecología (Mapa N:12) se consideró información del MAE,IGM e INFOPLAN donde posteriormente se consideraron los siguiente parámetros propuestos por la FAO.1997: Textura, drenaje, profundidad, pedregosidad, salinidad, pH, pendientes, erosión y materia orgánica, es importante mencionar que dentro de este mapa no se consideraron parámetros de manganeso, aluminio, nitritos, nitratos, CIC, debido a que el laboratorio de la UDA no realiza estos análisis o en el caso de nitritos entrega nitritos totales. Posteriormente los datos antes mencionados fueron normalizados para ser otorgados valores ponderantes que permitan realizar una clasificación en base a la Norma del “Land Capability”, del Servicio de Conservación de suelos del Departamento de Agricultura de EEUU que utiliza un método interpretativo para seleccionar suelos que son aptos para un uso particular o diseño de sistemas de manejo de suelos que realiza un análisis individualizado para cada una de las unidades de mapeo seleccionadas clasificando de I a VIII, luego se realiza una sumatoria entre todos los parámetros obteniendo una media por cada estrato de donde la numeración más alta a la más baja serán normalizadas en base a un criterio de 1 a 5 donde uno es lo peor para conservación y cinco lo mejor.

Estas clases son importantes para determinar si el uso actual del suelo es adecuado, ya que cada clase tienen sus potencialidades y limitaciones. A continuación se describen las características generales más importantes de cada clase agrológica encontradas dentro de la microcuenca. (FUNDACIÓN UMACPA, 2001):

Clase III: Tierras que tienen moderadas limitaciones que restringen la selección de cultivos y/o que requieren de prácticas especiales de conservación de suelos. Son aptas para cultivos de ciclo corto o anual (uso moderado), o cultivos permanentes, pastos artificiales y bosques o vida silvestre. La profundidad efectiva del suelo es de 0,50 - 1m (suelos profundos), el horizonte superficial aceptado en esta clase es de 0,12 - 0,25 m. (superficial o somero), puede presentar una moderada cantidad de piedras o rocas en la superficie del suelo o en la capa arable que interfieren moderadamente en el uso de la maquinaria agrícola. Poseen moderados a severos riesgos de erosión.

Clase IV: Son tierras que tienen severas limitaciones que restringen la selección de cultivos o que requieren prácticas estrictas de conservación de suelos. Aptas para cultivos de ciclo corto o cultivos anuales (uso extensivo), cultivos permanentes, pastos artificiales, bosques artificiales o vida silvestre. Tienen pendientes fuertemente inclinadas (12- 25%) si son uniformes o (5-12%) si son onduladas. La profundidad efectiva de los suelos es de 0,25 a 0,50 m. (suelos moderadamente profundos) y un horizonte artificial de 0,12 a 0,25 m (superficial o somero), al igual que la Clase III pueden presentar una moderada cantidad de piedras o roca en la superficie del suelo o en la capa arable. El drenaje natural de esta clase es excesivo o imperfecto y acepta un manto freático superficial de (0,25 a 0,50 m. de profundidad).

Se considera que estas tierras por efecto de la pendiente, por el porcentaje de piedras, o ambas, poseen fuertes restricciones para el uso de la maquinaria agrícola, sobre todo si deben ser aradas a través de la pendiente.

Clase VI: Son tierras con muy severas limitaciones que las hacen inapropiadas para cultivos de ciclo corto o anual, pero son apropiadas para cultivos permanentes, pastos artificiales, bosques artificiales o vida silvestre. Tienen pendientes moderadamente escarpadas (25-50%), si son uniformes o del 5- 12- 25 si son onduladas. La profundidad de estos suelos es de 0,25 - 0,50 m (suelos moderadamente profundos) y el horizonte superficial de 0,12 - 0,25 m (superficial o somero). Se los considera tan pedregosos como para restringir el uso de la maquinaria agrícola. Presentan riesgos extremadamente severos a la erosión.

Clase VII: Son tierras que podrían ser utilizadas como áreas de pastoreo y agricultura en pequeños sectores, no tiene aptitudes agrícolas, debido a sus limitaciones aún más

severas que de la clase VI; su mayor uso sería el de lotes de árboles, preservación de la vida silvestre, o como regulador del ciclo hidrológico.

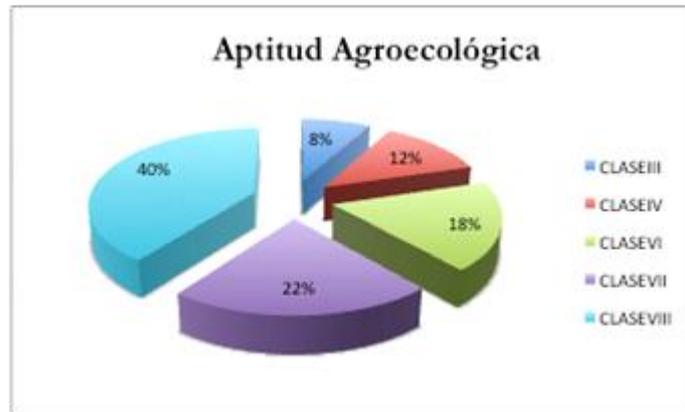
Clase VIII: Constituyen la mayor parte del territorio en las áreas de estudio se encuentran únicamente en la zona superior de la microcuenca del Mazán, en la zona de influencia. Son tierras marginales, con muy graves limitaciones y muy escarpadas (más del 70%). Suelos con una profundidad efectiva de 0 a 0,12 m (muy superficiales) o sin suelo. Muy pedregosos o ripiosos. Riesgos a la erosión, extremadamente severos si las tierras con pendientes de más del 70% presentan suelos que cabrían en las otras clases agrológicas o la erosión pasada ha eliminado el suelo. Esta clasificación nos favorece al plan de manejo propuesto ya que es una zona propicia para conservar y regenerar la cobertura vegetal lo que aportaría a la preservación de la calidad y cantidad del recurso hídrico.

**Cuadro 25. Aptitud Agroecológica de la Microcuenca del Río Mazán**

<b>APTITUD</b>	<b>SUPERFICIE (ha)</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
<b>CLASEIII</b>	579,86	7,99
<b>CLASEIV</b>	891,78	12,29
<b>CLASEVI</b>	1324,89	18,27
<b>CLASEVII</b>	1571,63	21,67
<b>CLASEVIII</b>	2885,15	39,78
<b>TOTAL</b>	7253,31	100

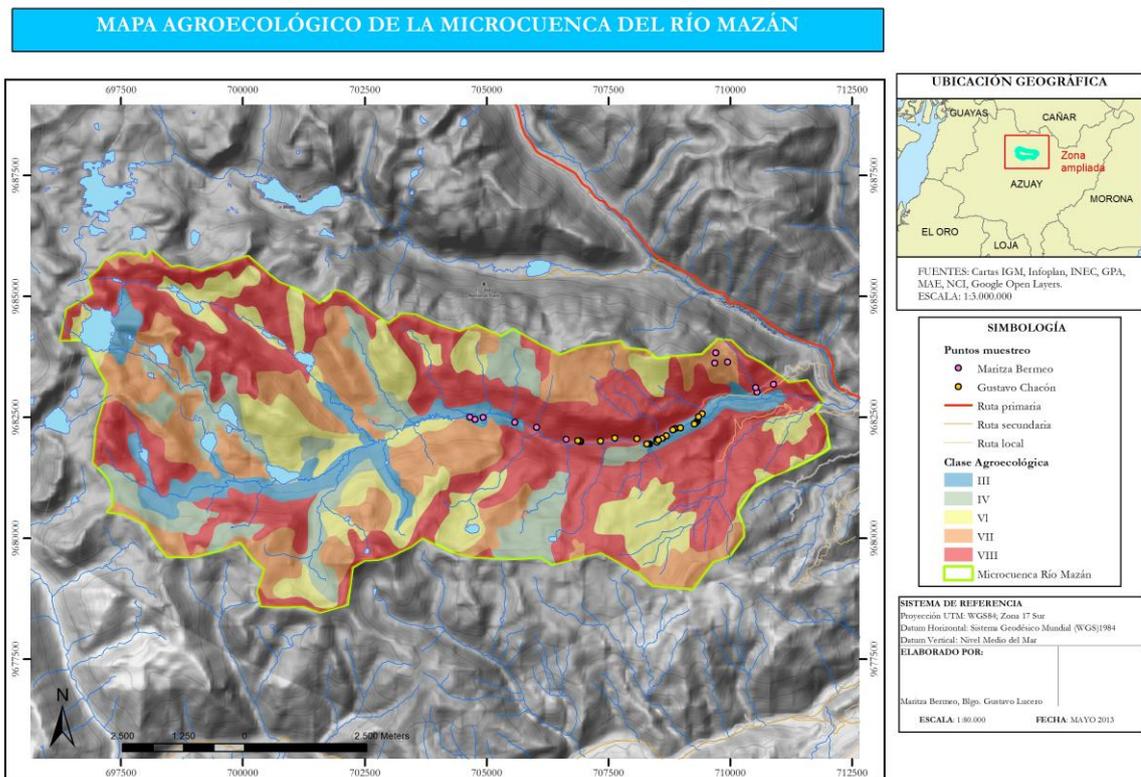
**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M.

Figura 40. Aptitud Agroecológica de la Microcuenca del Río Mazán



Elaboración: M.B.A.; G.L.M.

Figura 41. Mapa de Aptitud Agroecológica dentro de la Microcuenca del Río Mazán



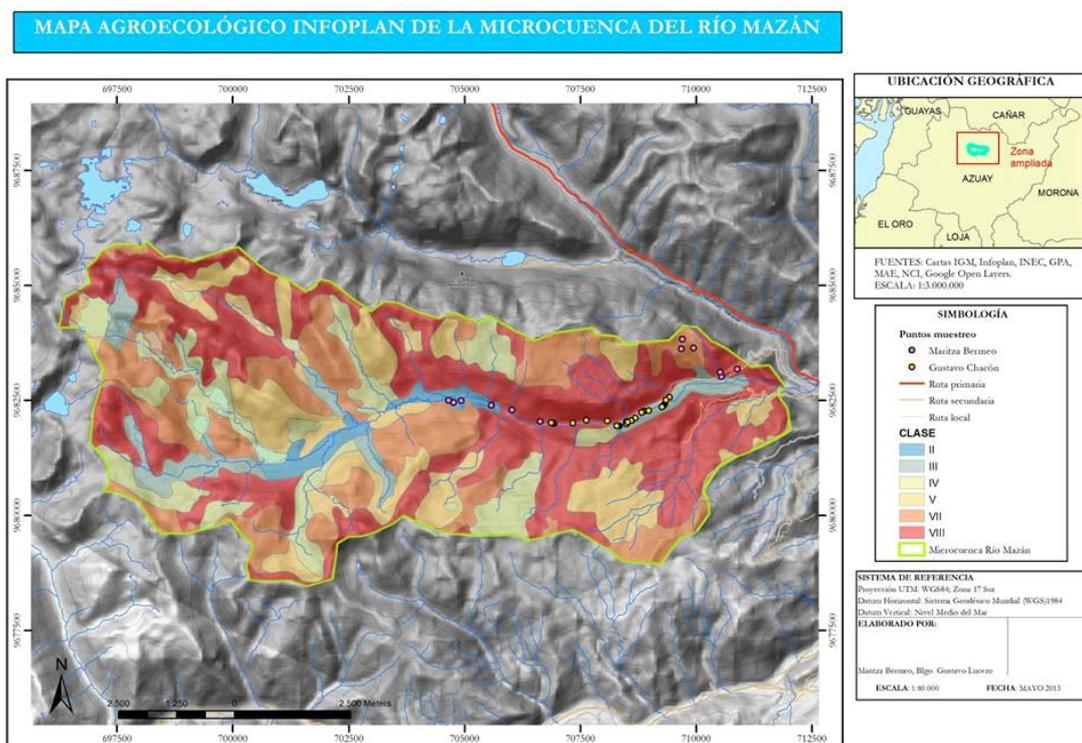
Fuente: IGM, INFOPLAN, Datos de campo del estudio.

Elaboración: M.B.A.; G.L.M

Además realizamos el mapa de agroecología con la información del MAE donde se observa que existe clase II y V lo cual adaptado a la realidad del área no es muy claro ya que estas clases nos dicen son suelos buenos que pueden cultivarse y que permiten actividades de pastoreo.

Al analizar la información del mapa agroecológico (Mapa N° 40) se ve que en estas zonas las pendientes son más pronunciadas (20% a 50%) y que existen clases tipo III y VI las que plantean que hay ciertas limitaciones de uso y que sus riesgos son mayores, estas limitaciones con frecuencia restringen las posibilidades de elección de los cultivos y el pastoreo. Recomendando así que estas zonas deben tener una protección vegetal, necesaria para defender al suelo de la erosión, para preservar su estructura y su potencial de retención hídrica, lo cual muestra que los resultados del mapa agroecológico propuesto se acoplan más a las clases que deben proponerse dentro del AVBP. Es importante mencionar que existe información semejante entre ambas propuestas agroecológicas ya que la mayor parte del área es recomendada para conservación con clase VIII, lo cual es positivo ya que muchas instituciones que requieren datos de calidad de suelo pero no disponen de toda la información para elaborar estos mapas.

**Figura 42. Mapa de Aptitud Agroecológica dentro de la Microcuenca del Río Mazán**



**Fuente:** IGM, INFOPLAN.

### 3.11 Conflictos de uso en el Manejo de las Tierras

El mapa de conflictos se realizó en base a la información obtenida del mapa de Cobertura y Uso Actual obtenido de información base del IGM, MAE y SENPLADES.

Determinada la fragilidad y la restringida capacidad de uso que tiene la zona, surge la interrogante ¿cuáles son los conflictos de uso presentes? , para este efecto se trabajó con tres mapas fruto de análisis espacial, el mapa de la ZAE (Agroecológico) y con el mapa de la cobertura y uso actual. A estas coberturas se les aplicó un operador de identidad y añadió el campo de clasificación final donde se calcularon los siguientes códigos:

- Sin conflicto de Uso
- Con conflicto de Uso

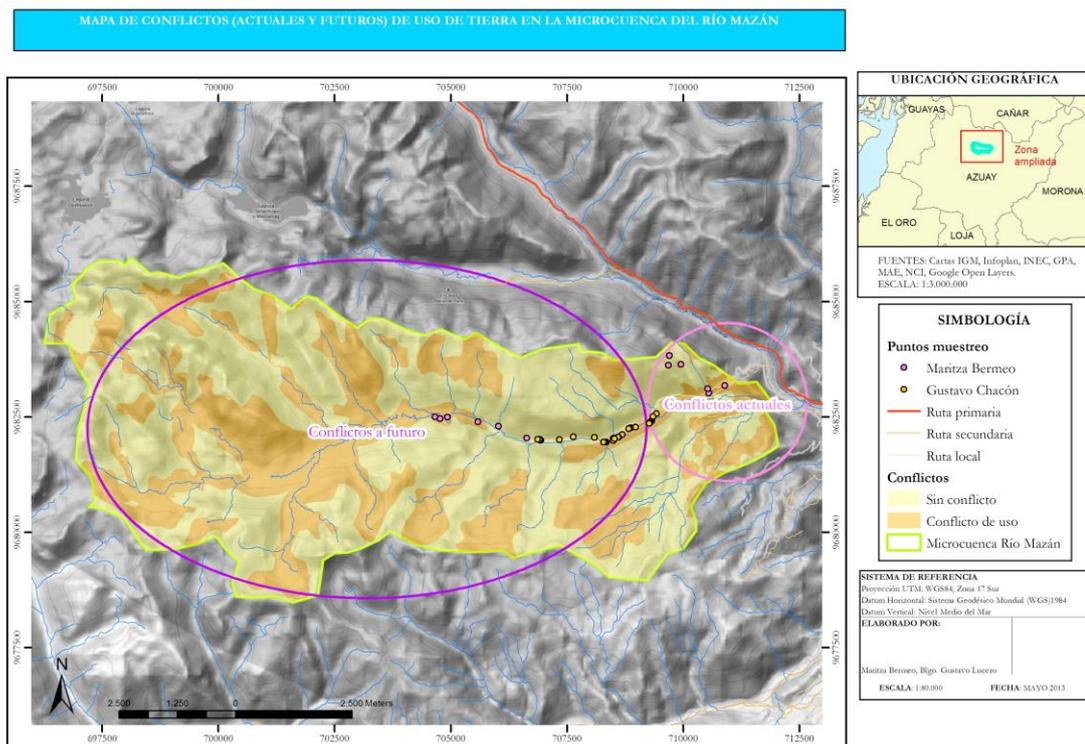
Se aprecia que el 45% del sector no tiene conflictos serios, esto es porque como se veía en el mapa de cobertura el uso mayoritario son paramos además existen zonas donde las pendientes son muy fuertes esto limita el acceso y uso, ello influye en el análisis porcentual del conflicto. Debe merecer especial atención el 20% de área noreste del parque donde se encuentra los conflictos actuales y donde existen las principales ingresos carrózales y senderos pues se presentan conflictos de uso ya que esta zona existen pastos y zonas de pastoreo utilizadas por pobladores aledaños, el 35% se establecen como zonas de conflictos futuros pues presentan pendientes más suaves y suelos propios tipo III lo cual a la larga generarán problemas mayores pues la zona determinada como límite del bosque protector Mazán y parque nacional Cajas no son un limitante físico para uno de los principales problemas como es el pastoreo, lo que causa niveles altos de erosión y contaminación en las fuentes hídricas que abastecen a la ciudades.

A pesar de que la mayor parte de las ABVP y su zona de influencia han sido mantenidas bajo un régimen de protección estricta se estima que en un tiempo relativo de entre cada 10 años, existe una pérdida de 756 ha de bosque (33,6% de la superficie hasta el año 1991) (F.Rodas.2001), es decir que la tasa de deforestación sería del 4% anual, la cual es una tasa más alta que las predicciones y datos de otros autores para la sierra ecuatoriana (2 a 3% anual; Hofstede, 1998, CESA, 1992a).

Sin embargo, la principal causa de deforestación no ha sido la expansión de la frontera agrícola, sino el crecimiento del páramo, el cual es un aspecto poco considerado en el manejo de recursos y áreas protegidas. Según Laegard (1992) y Kapelle (1995), este

crecimiento del páramo “hacia abajo” se produce después de realizar actos como las quemas que frecuentemente afectan no solo al páramo, sino al límite superior del bosque. El avance del pajonal está ligado principalmente a la quema recurrente del monte para establecer zonas altas para favorecer la implantación de pastizales para el ganado (Davis, 1989).

**Figura 43. Mapa de Zonas de conflictos (actuales y futuros) de uso de la Tierra en la microcuenca del Río Mazán**



**Fuente:** IGM, INFOPLAN, MAE, SENPLADES

**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M.

## **CAPÍTULO IV: LINEAMIENTOS PROPUESTOS DE GESTIÓN Y RECOMENDACIONES.**

### **4.1 Introducción**

La propuesta de planificación que se presenta a continuación son solo los lineamientos sugeridos en base al mapa agroecológico y las zonas de conflicto dentro de la microcuenca de río Mazán (Mapa N° 43), no se presentan los proyectos ya que no ha existido una fase socialización y recopilación de información de los comuneros de la zona así también con los demás actores como instituciones vinculadas al manejo.

Mediante el análisis de las características fisiográficas, químicas y de uso del territorio se han identificado 2 zonas dentro de las 7253 ha analizadas entre el parque nacional Cajas y el bosque protector Mazán

Además se realizan algunas recomendaciones considerado las áreas con prioridades de protección y conservación y el rol de las instituciones vinculada dentro del área de estudio, dependiendo así de los impactos ambientales, el manejo actual, condiciones biológicas y sus características físicas.

### **4.2 Zona 1: Áreas propensas a la erosión por pendientes fuertes (conservación).**

Estas zonas de estudio por su topografía y tipo de cobertura vegetal, se encuentran en áreas con pendientes mayores al 50% que se encuentran desde el este y aumenta hacia el oeste de la microcuenca, dentro de este grupo encontramos a suelos de clase VI, VII, VII, que muestran claramente que son suelos propicios para la conservación y restauración natural. Siendo zonas que presenta fuerte sensibilidad a la erosión en las que la capa arable se ha perdido y en la actualidad ya no son utilizadas para la agricultura. Para su recuperación se necesita realizar altas inversiones de capital y tiempo, a fin de recuperar las cárcavas con obras físicas tales como gaviones y terrazas. Actualmente estas áreas no están siendo utilizadas debido a su topografía pero sin embargo los pobladores pueden utilizar como pasos de ingreso hacia el parque nacional Cajas, generando un problema futuro.

Por ello realizar acciones de recuperación donde deben tomarse en cuenta las especies forestales (herbáceas, arbustivas y arbóreas) que se adapten a las condiciones

desfavorables de suelo y clima existentes en estas áreas; por otro lado sería importante mitigar los impactos a través de la educación y consensos que permitan generar proyectos basados en reforestación o regeneración natural. Finalmente es importante continuar con el manejo que se aplica actualmente en esta zona por parte de ETAPA, y de seguir controlando el ingreso de ganado y las quemadas, lo que es posible ya que la mayor parte del área pertenece a dicha institución.

#### **4.3 Zona 2.- Áreas con poca pendiente y apta para cultivos y pastoreo (conflicto de uso)**

Dentro de esta área se encuentran pendientes entre 5% a 50% están ubicadas al noreste de la microcuenca, dentro de este grupo encontramos a suelos de clase III, IV, que muestran que tiene aptitudes agropecuarias y de uso agrícola, lo que ha generado y genera varios conflictos de uso donde el mayor impacto se da sobre la vegetación boscosa y el páramo debido a las quemadas y ganadería, ya que reducen o eliminan completamente la vegetación más absorbente del suelo. Y además esto en conjunto con las características taxonómicas de los suelos (alofánicos amorfos) que están presentes en la mayor parte de la zona dan como resultado una extremada sensibilidad a la compactación del suelo, lo cual disminuye la capacidad de retención agua dentro del bosque y parque nacional.

El objetivo de manejo en esta zona sería la restauración de la vegetación leñosa nativa o al menos la aplicación de prácticas silvopastoriles fuera de ABVP para evitar los efectos de la erosión. En esta zona es fundamental la transferencia y aplicación de tecnologías que permitan mitigar los impactos de la ganadería y el objetivo de manejo en esta zona es el incremento de la productividad de los pastos ya establecidos en las zonas de amortiguamiento para impedir la ampliación de la frontera agrícola a zonas inadecuadas para este uso. En esta zona se podría fortalecer las técnicas de explotación, manejo de pastos y mejoramiento de ganado para incrementar los ingresos económicos.

#### **4.4 Áreas protectoras para recuperar y conservar**

En la zona declarada como bosque protector se localizan zonas deforestadas que deben ser consideradas como “áreas de recuperación”. Por cuanto éstas forman parte del área protegida, deberían ser recuperadas con especies endémicas.

Las áreas a conservar son las zonas constituidas por una vegetación densa, que cumplen la función de regular el régimen hídrico del área de influencia; a su vez, constituyen una

zona muy importante por la diversidad de especies vegetales y animales que existen en el año. Para las poblaciones, la microcuenca ofrece diferentes beneficios ambientales directos e indirectos, en especial, servir como una zona de captación de agua para el consumo humano de las comunidades que se encuentran alrededor del área protegida, siendo un total de 7253,32ha.

La gestión integrada de recursos en estas ABVP y su área de influencia puede ser el mecanismo por el cual se emprenda la conservación y regeneración de las condiciones naturales de las ABVP y sus servicios ambientales, a la vez de mantener y mejorar la rentabilidad económica de las actividades productivas.

Los principales objetivos de esta gestión serían:

- Regular la utilización del suelo con políticas consensuales a mediano y largo plazo.
- Regenerar las condiciones naturales de las ABVP de forma que se mantengan los servicios ambientales que prestan a la comunidad.
- Mejorar las posibilidades de manejo y conservación del Parque Nacional Cajas, incluyendo a las ABVP como zona de influencia directa.

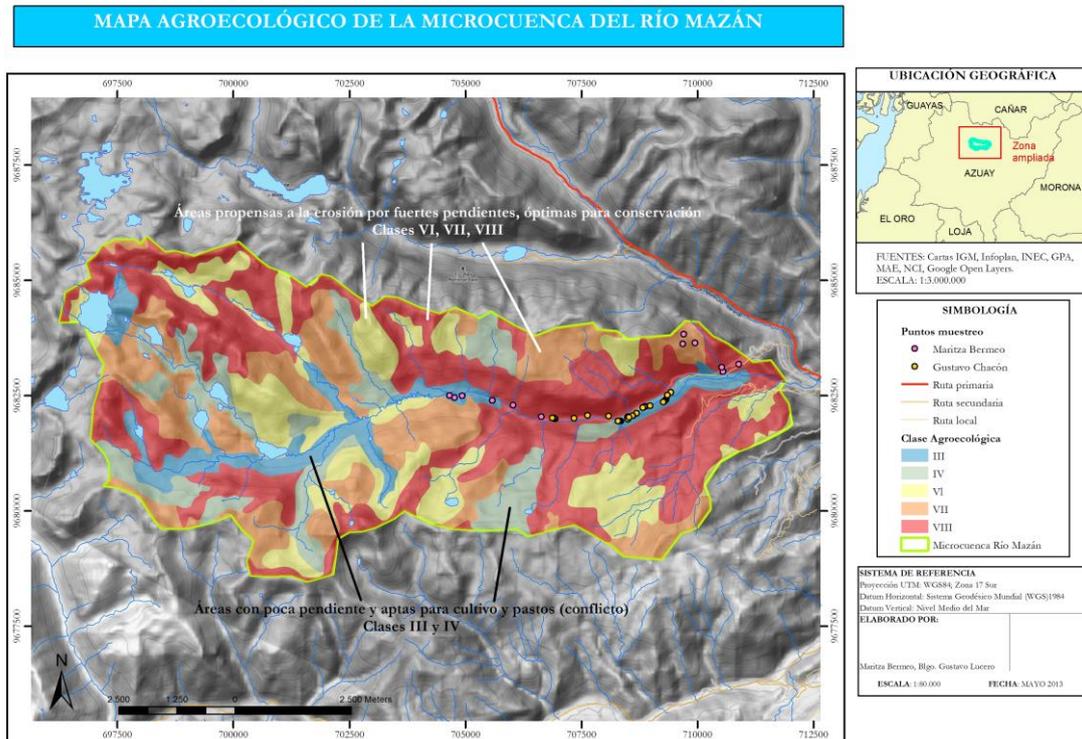
#### **4.5 Instituciones Vinculadas**

Actualmente ETAPA realiza los únicos controles en la zona, los cuales son muy esporádicos debido al escaso número de guardabosques y se limitan al territorio de su propiedad. Generalmente se encuentran dos guardias bosques en la Reserva Mazán, quienes a más de realizar obras como senderos, puentes, carteles, etc., deben vigilar las 7253,32ha, que en conjunto poseen estas dos reservas. Por esto se han vuelto a encontrar cazadores y pescadores furtivos en Mazán, problema que estaba erradicado mientras la vigilancia y el número de guardias era mayor (Domínguez, com. pers.). El Ministerio del Ambiente, no tienen personal de vigilancia o apoyo que realicen estas actividades en el campo actualmente.

La preservación absoluta del Bosque de Mazán y Parque Nacional Cajas sería sin duda la mejor forma de asegurar su recuperación y mantenimiento en el tiempo, pero dentro de la actual economía de mercado, es fundamental valorar los recursos y servicios ambientales que generan estos bosques, y proponer fuentes alternativas de ingresos económicos como única forma de asegurar la conservación a largo plazo, tanto de las áreas protegidas como de los bosques aledaños de propiedad privada. Por esto, para

muchos propietarios el bosque es conceptualizado únicamente como una reserva agropecuaria para el futuro y no se manifiesta interés por reforestar o conservar el bosque. De ahí la importancia de valorar los servicios que esta vegetación brinda a la sociedad en general e integrar a la comunidad en una nueva economía ambientalmente sustentable. (F.Rodas.2001).

**Figura 44.-Mapa de Gestión de uso de la Tierra en la microcuenca del Río**



**Fuente:** IGM, INFOPLAN, MAE, SENPLADES

**Elaboración:** M.B.A.; G.L.M.

#### 4.6 Discusiones

La formulación de la propuesta del Plan de Manejo de la dentro microcuenca del río Mazán, se sustenta en correlacionar la información diagnóstico cartográfica con la información nutricional del suelo para poder generar un escenario real sobre el recurso y todos los factores que dependen de ello, este proceso también es la base para la ejecución y seguimiento del plan a fin de asegurar su sostenibilidad.

El análisis propuesto se fundamenta en los elaborados por la FAO y el instituto de Agronomía de los EEUU, que proponen parámetros estándar para realizar mapas de

agroecología que sean la base para el análisis de conflictos, sin embargo estos no incluyen generar una matriz completa donde se considera todos los parámetros físicos y químicos de suelo. Siendo así que en el Capítulo 5 se muestra la distribución espacial de los elementos de calidad, donde la información es extrapolada de acuerdo a los puntos tomados dentro de la microcuenca con ello se establece las cantidades óptimas para los suelos, a pesar de existe cierto nivel de sesgo en la información ya que los datos obtenidos en campo solo pertenecen a la zona noreste de la microcuenca, a pesar de esto lo que se trata de proponer con este proyecto es plantear un modelo que permita saber qué información físico-química del suelos se puede analizar con herramientas cartográficas.

Además en la comparación que se realiza entre los mapas de agroecología propuesto y el realizado con información de la SENPLADES se ve que existen ciertas diferencias con respecto a las clases de suelos, en los cuales se muestra que el propuesto se acerca al realidad del área siendo así que el estudio de Pronareg, 1984b igualmente se proponen las mismas clases Agroecológicas resultantes en presente trabajo, que nos dice que en estas zonas de divergencia las pendientes se vuelven más pronunciadas y con varias prohibiciones de uso, lo que fortalece la recomendaciones realizadas para las zonas de clase III y VI que nos dicen que se debe restringir el ingreso de ganado y la expansión de pastos por quemas.

En cuanto a los principales problemas detectados dentro de los conflictos del ABVP encontramos a la ganadería vacuna, que es la actividad económica utilizada en la zona pero es sumamente nociva para las condiciones naturales, las formaciones ecológicas, interrelaciones y características biofísicas en general, ya que modifica radicalmente a los elementos ambientales con un alcance y período de reversibilidad generalmente fuertes.

Rodas.F.2001. además propone que existen varias causas que agravan la situación de la ganadería dentro de los Bosques protectores siendo estos: la ocupación de zonas claves dentro del área, la dificultad de regeneración de los hábitats incluso cuando la actividad ha cesado debido a los cambios del microhábitat (temperatura, exposición al sol, viento, ausencia de semillas, etc.), la sobrepoblación de ganado, escaso manejo de pastos, topografía accidentada, potreros en zonas de erosión alta entre otros analizados.

Al mismo tiempo dentro de las coberturas vegetales predominantes encontramos a la zona de páramo que en tiempos pasados y actuales ha sido sometida a cambios bruscos como las quemas para ganadería, ya que ambas son actividades vinculadas

estrechamente. Las quemadas de vegetación causan inicialmente un efecto positivo en la fertilidad del suelo ya que se disponen de minerales aptos para la absorción de las plantas, los que antes estaban almacenados en la materia orgánica (Chacón, 1997), pero en poco tiempo esta fertilidad fugaz desaparece dejando los mencionados cambios en las condiciones del ecosistema que son mucho más duraderos. Por otra parte, la disminución de la capa vegetal absorbente disminuye la capacidad de retener agua, lo que afecta directamente a uno de los principales objetivos de estas ABVP que ser reservas de agua actuales y futuras.

Otra de las consecuencias es los altos niveles de contaminación orgánica, inorgánica y fecal que produce la ganadería, afortunadamente está mitigada naturalmente por la capacidad de recuperación de las aguas, por lo que los valores registrados en los monitoreos de ETAPA.2012, son aceptables presentándose un impacto medio sobre este elemento. Sin embargo, si la ampliación de la frontera agropecuaria sigue extendiéndose, sobre todo en las inmediaciones de los cursos de agua y los efectos nocivos se harán más palpables. La vegetación que se encuentra a las orillas de los cursos de agua, es cada vez más escasa por la mayor necesidad de pastizales, cuando es justamente esta vegetación la que debe ser mejor protegida y recuperada.

Es importante mencionar que en el mapa de cobertura vegetal se determinó que existen plantaciones eucalipto y pino que fueron sembradas en las partes bajas con pendientes fuertes y combinado con pastizales antes que en una plantación continua y mono-específica, siendo utilizada para estabilizar zonas de erosión lo que produce un impacto positivo medio sobre la topografía y estabilidad del suelo. Sin embargo, estas especies fueron cultivadas sin un plan de manejo previo como lo establece el Art.36 del Manejo Sustentable de Bosque Andinos; otro factor de relevancia es el que consumen gran cantidad de agua y nutrientes disminuyendo la fertilidad del suelo, incluso a niveles más bajos que los pastos (Chacón, 1997) afectando con un impacto medio a estos elementos. A pesar de lo antes mencionado las personas prefieren cultivar especies exóticas, que son apreciadas por la madera, y por el crecimiento rápido. Lo cual demuestra que se debería fortalecer el fomento en plantaciones de especies nativas que prestan beneficios ecológicos y económicos.

En resumen todo el ecosistema se ha visto afectado por esas actividades, aunque con diferente intensidad según la zona y sus condiciones biofísicas naturales. Estos impactos pueden perdurar a mediano y largo plazo si no se toman medidas de mitigación y control. Por ejemplo, Chacón (1997) determinó que las condiciones del suelo de los

pastizales cercanos a vegetación leñosa nativa son mucho más fértiles, debido a la lixiviación de nutrientes, lo que podría disminuir el aporte de fertilizantes y mejorar notablemente los pastos.

#### **4.7 Conclusiones**

El análisis información cartográfica de la vegetación y de las características físicas químicas del territorio, fueron una herramienta muy útil para la recopilación de datos espaciales, para determinar el estado actual de la cobertura, uso de suelo y conflictos existentes dentro del AVBP. Donde los datos de nutrición expuestos en mapas permitieron visualizar los niveles de acidez, disponibilidad de micronutrientes, deficiencias y además conformar mapas base para obtener las zonas de conflicto dentro del bosque protector. Y con respecto a los datos de calidad de suelo se observa datos curiosos en las zonas de pastizal abandonado que muestra niveles óptimos en la mayoría de elementos estudiados, lo que analizado conjuntamente con el mapa de conflictos demuestran que es una zona intervenida que aún puede estar siendo utilizada por los comuneros que colocan ciertos fertilizantes para mejorar los pastos.

Con respecto a las coberturas dominantes los páramos cubren el 82% del área total siendo un ecosistema frágil, que albergan una riqueza de flora, fauna sin igual, y que son de gran importancia, por los innumerables beneficios que nos da como son: regulación hídrica, captación y aprovisionamiento de agua para consumo humano, la estabilidad climática, la retención de carbono atmosférico. Además son parte de la cultura ancestral de las comunidades parameras.

En cuanto a las normativas existentes, están planteadas pero no han sido la herramienta suficiente para controlar el crecimiento de la frontera agrícola y en el caso específico de la microcuenca no se ha podido poder límites con respecto al pastoreo, es por ello que existe una necesidad urgente de llegar a construir una institucionalidad fuerte que tenga la facultad de negociar con la comunidad, controlar y sancionar las infracciones.

De ahí que a pesar de que ETAPA ha protegido desde hace algunos años estas ABVP, los procesos de deforestación no han cesado y se han mantenido, incluso con una tasa de deforestación más alta que la media estimada para la sierra ecuatoriana. Estas medidas de conservación absoluta implementadas en las ABVP por parte de ETAPA, pueden controlar en cierta medida nuevas alteraciones, pero los efectos de acciones pasadas seguirán manifestándose si no se elaboran estrategias de recuperación de los

hábitats naturales. (F.Rodas.2001).

Finalmente los impactos más importantes a controlar son los que provienen de la ganadería y las quemas que están relacionadas con esta actividad. Ya que la agricultura no es una causa de fuerte impacto debido a que el bosque ha tenido sus restricciones en cuanto al uso de suelo. Con respecto a las especies forestales exóticas deben ser manejadas según la zona donde se encuentran para mitigar sus impactos, intentando disminuir esta vegetación de las ABVP y aprovecharlas como leña y madera en la zona de influencia.

#### **4.8 Recomendaciones**

Realizar estudios periódicos con cierto tiempo de intervalo sería importante para tener un análisis de información con fotografías aéreas que muestre los cambios temporales con respecto a cobertura vegetal, recursos hídricos y asentamientos humanos que sean producto de la planificación y gestión de los recursos.

Sería importante además realizar una base datos cartográficos (Ides) con información nutricional la que serviría para generar nuevas zonificaciones de conservación y determinas zonas de conflicto donde los suelos puedan ser reforzados en base a métodos agroecológicos que sustente un manejo adecuado.

Conjuntamente para que el estudio de ZAE(agroecología) sería apropiado adecuar una metodología dentro de las zonas a estudiar donde se considere una malla geográfica que divida en subunidades la zona y en donde se obtengan submuestras que brinden información real evitando extrapolar muchos datos.

Los impactos de las actividades como el pastoreo y las quemas están afectando fuertemente a algunos elementos ambientales que son la razón de la protección de las ABVP (vegetación nativa, capacidad de retención de agua, características del hábitat, entre otros), por lo que es importante mitigar los impactos sobre los elementos ambientales, para que los objetivos de conservación y los servicios ambientales se mantengan.

Investigar y aplicar tecnologías adecuadas a las condiciones de la zona, referentes al manejo de los pastos, abonos y mejoramiento del ganado pueden ser medidas simples que permitan aumentar la producción de las zonas aptas para las actividades

agropecuarias y que permitan reducir la presión sobre los hábitats naturales.

Las Instituciones encargadas como ETAPA debe continuar las actividades de gestión que ha emprendido, pero es importante la integración de la comunidad en los intereses de gestión. Este proceso debe ser coordinado por la Comisión de Gestión Ambiental (CGA), la cual tiene las condiciones de imparcialidad y atribuciones legales para mediar en el proceso de negociación y en el seguimiento.

Sería importante también dar a conocer aún más a la comunidad y población sobre los servicios ambientales que estas ABVP brindan a la ciudad de Cuenca, para comprometer a la ciudadanía en el manejo y financiamiento del proceso de gestión. Además seguir desarrollando estudios científicos que promuevan la importancia de conservar las zonas que albergan ecosistemas de reserva futura.

## BIBLIOGRAFIA

- Alias, L.J.; Ortiz, R.; Hernández Bastida, J.; Linares, P.; Martínez Sánchez, M.J.; Marín San Leandro, P. y Alcaraz, F. 1990. *Proyecto LUCDEME. Mapa de Suelos Escala 1:100.000, Alcantarilla (933)*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, ICONA, Universidad de Murcia. 130 pp.
- Altieri, M. A. (1992). "¿Por qué estudiar la agricultura tradicional?" *Agroecología y Desarrollo CLADES*, **1**, pág. 25.
- Altieri, M. A. (1993). *Agroecología: bases científicas de la agricultura sostenible*. CEPAL. Valparaíso, Chile. 184p.
- Altieri, M. A. (1999). *Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable*. Edit. Nordan-Comunidad, Uruguay.
- Altieri, M. y Nicholls, C. (2000). *Agroecología: teoría y práctica para una agricultura sostenible*. Serie Textos básicos para la formación ambiental. ONU-PNUMA.
- Brisssio, P.A. y M. Savini. 2005. *Evaluación preliminar del estado de contaminación en suelos de la provincial de Neuquen donde se efectuaron actividades de explotación hidrocarburífera*. Escuela Superior de la Salud y Ambiente. Universidad de Comahue AR.
- ASTM D1498-00. 2000. *Standard practice for oxidation-reduction potential of water* The Nature Conservancy; *Diseño para la conservación*. TNC. 2001.
- Beltrán, K; S. Salgado, F. Cuesta; S. León-Yáñez, K. Romoleroux. Etal.2009. *Distribución Espacial, Sistemas Ecológicos y Caracterización Florística de los Páramos en el Ecuador*. Ecociencia, Proyecto Páramo Andino y Herbario QCA. Quito.
- Castillo.R. 2004. *Fundamentos para la Agroecología*. *Ciencias Sociales* 103-104: 93-102. (I-II)
- CHACÓN G. 2010. *Elaboración y validación de un mapa base de nutrición de suelos en las provincias del Azuay y Cañar*. Pag.19-20
- Constitución República del Ecuador.2008. *Capítulo II de la Gestión ambiental y riesgos*.
- Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH.2008.*Estudio Multitemporal del Uso del Suelo y la Cobertura Vegetal de los Cantones Limón Indanza, San Juan Bosco y Gualaquiza, Provincia de Morona Santiago*.Ecuador.Pag.18.
- ETAPA. 1998. *Información meteorológica de las estaciones de Ucubamba y Mazán*.

Dirección de Gestión Ambiental. Cuenca.

ETAPA. 1999a. Biomonitorio en el río Tomebamba mediante el uso de Macroinvertebrados Bénticos. Dirección de Gestión Ambiental. Informe mayo 98 \_ febrero.

ETAPA. 1999b. Programa de forestación de zonas de vertientes, Área protegida de Mazán. Términos de referencia. Unidad de Gestión Ambiental. Cuenca, Ecuador.

Espinoza, G. 2001. Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Banco Interamericano de desarrollo –BID. Centro de Estudios para el Desarrollo- CED. Santiago-Chile.

Espinosa, J. 1998. Materia Orgánica en el suelo. Conceptos básicos. INPOFOS. Quito. (Serie de diapositivas).

Gilpérez, L. 1986. *Lectura de planos. Manual de topografía y orientación para excursionistas*. Penthalon Ediciones. Fuenlabrada.

Gomez Orea, D. 2007. Ordenación Territorial, 2. Ed. Madrid: Ediciones Munidi-Prensa 2007.23, 73 p.

Espinosa, J. 1998. Materia Orgánica en el suelo. Conceptos básicos. INPOFOS. Quito. (Serie de diapositivas).

FAO, R. Barber, Consultor Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) - Roma, Italia.

FAO, 1997. Sistema de Información del Recurso Tierra para la Planificación del uso del suelo.

FAO, 1997. Zonificación Agroecológica. Guía General. Boletín 73.

Minga, D., Rodas, F., Serrano, F. Verdugo, A. & Zárate, E., 2002. Diversidad forestal de la cuenca del Río Paute. Project BID 478 UDA-FUNDACYT, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador (2 pages, unpublished).

Jara, P. 2012. Plan De Manejo Del Páramo, De Las Comunidades Coto Juan Y San Isidro, Parroquia Sicalpa, Cantón Colta, Provincia De Chimborazo. Presentada como requisito parcial para obtener el título Ingeniero Forestal Facultad de Recursos Naturales Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba.

Molina, E. y Meléndez, G. 2002. Tabla de interpretación de análisis de suelos. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. Mimeo.

PRONARE G. 1984b. Mapa de aptitudes agrícolas. Escala 1:200000. Hoja de Cuenca. Quito.

Rodas, F.2001. La Evaluación del Impacto Ambiental como la base para la Gestión de las Áreas de Bosque y Vegetación Protectora Fierroloma y Dudahuaycu; Azuay, Ecuador.

SIERRA, R.1999. Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Quito, Ecuador. 193 p. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y Ecociencia.

Toledo, V.M. (1990). "Modernidad y Ecología: la nueva crisis planetaria", en Ecología Política, nro. 3; pp. 9-22

Vladimir Valarezo G. Juan Gómez O. Luis Mejía V. Yolanda Céleri F. Plan de manejo de la reserva de biosfera Sumaco.2001 Tena – Ecuador 20 ,45p.

Sitios visitados WEB:

CELEC EP. Corporación Eléctrica del Ecuador. [En línea].

Disponible en Web: <<http://www.celec.com.ec/hidropaute/index.php/es/hidrologia>>.

(Naturaleza&CulturaInternacional.2011). [En línea].

Disponible en Web:

<<http://www.naturalezaycultura.org/spanish/htm/ecuador/areas-andes.htm>>

WIKIPEDIA Enciclopedia Libre.2013. [En línea].

Disponible en Web:

<[http://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis\\_de\\_la\\_varianza](http://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis_de_la_varianza)>

Ecuador Cajas-**Mazán** A1, A2, A3 EC063 - Birdlife Data Zone.2010. . [En línea].

Disponible en Web:

<<http://www.birdlife.org/datazone/sitefactsheet.php?id=14537>>

Direccional Nacional Forestal.2013. [En línea].

Disponible en Web:

<<http://simce.ambiente.gob.ec/documentos/bosques-y-vegetacion-protectores-ecuador>.

> [Consulta: 18 marzo 12:13 pm].

Sisepuedeecuador.2013. [En línea].

Disponible en Web:

<<http://www.sisepuedeecuador.com/2012-11-30-18-30-11/sitios-recomendados/item/10714-bosque-protector-de-mazán.html>>

<<http://www.sisepuedeecuador.com/2012-11-30-18-30-11/sitios-recomendados/item/10714-bosque-protector-de-mazán.html>> [Consulta: 10 marzo 2014]

IZCO, Jesús et al. Estudio florístico de los páramos de pajonal meridionales de Ecuador.

**Rev. Peru biol.**, Lima, v. 14, n. 2, dic. 2007. Disponible en

<[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-99332007000300010&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332007000300010&lng=es&nrm=iso)>. [Consulta en 10 marzo 2014]

De **suelos** son reportados en unidades. Arkansas es para **interpretar** los resultados y de ppm (partes por millón) y libras estimar la **cantidad de nutrientes**. [Consulta en 11 diciembre 2013] [En línea].

Disponible en Web:

<[www.uaex.edu/Other\\_Areas/publications/PDF/FSA-2118SP.pdf](http://www.uaex.edu/Other_Areas/publications/PDF/FSA-2118SP.pdf)>

El Análisis Químico del **Suelo** - Evaluar la Disponibilidad de **Nutrientes**. [En línea]. Disponible en Web: <[www.smart-fertilizer.com/articulos/análisis-químico-del-suelo](http://www.smart-fertilizer.com/articulos/análisis-químico-del-suelo)> [consulta en 25 marzo 2014]

Manual de. **Análisis de Suelo**. Ciencia y Gestión del **Suelo**. HI 3896. HANNA **Análisis de Suelo**. MAN3896R1. 05/99 <http://www.hannainst.es>. VERSIONR1. [En línea].

Disponible en Web.

<[http://www.infoagro.com/instrumentos\\_medida/instrucciones/instrucciones\\_kit\\_analisis\\_suelo\\_hi3896.pdf](http://www.infoagro.com/instrumentos_medida/instrucciones/instrucciones_kit_analisis_suelo_hi3896.pdf)> [Consulta en 10 enero 2014]

MOLINA, Eloy, M.Sc. El análisis de suelos: Determina suficiencia o deficiencia de nutrientes del suelo. [En línea].

Disponible en Web. –

<[http://www.huila.gov.co/documentos/I/importancia\\_analisis\\_suelo.pdf](http://www.huila.gov.co/documentos/I/importancia_analisis_suelo.pdf)> [consulta en 18 octubre 2013]

Guía para interpretación de análisis de suelos. . [En línea].

Disponible en Web. –<<http://www.chemicalinstruments.com.mx/page107.html>>

IBAÑEZ, José.2008. Suelos de Perú y Ecuador - Madrid. [En línea].

Disponible en Web. –<<http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/03/02/85725>>

[consulta: 20 marzo 2014].

Ibáñez Asensio, Sara.ULTISOLES - RiuNet - Universidad Politécnica de Valencia. [En línea].Disponible en Web. –

<<http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12884/inceptisoles.pdf>. > [Consulta: 31 junio 2013]

Geoinformación para la gestión del territorio y valoración de tierras rurales de la cuenca del río Guayas. 2010. [En línea].Disponible en Web. –

<[www.cepeige.org/Revista3/Sistema%20de%20Geoinformacion.pdf](http://www.cepeige.org/Revista3/Sistema%20de%20Geoinformacion.pdf)>

[Consulta en 20 marzo 2014]

Espinosa, Jorge. 2010. Zonificación agroecológica del cultivo de papa [En

línea].Disponible en Web

<[http://cipotato.org/wpcontent/uploads/congreso%20ecuatoriano%203/j\\_espinoza\\_4.pdf](http://cipotato.org/wpcontent/uploads/congreso%20ecuatoriano%203/j_espinoza_4.pdf)

f> [Consulta en 20 marzo 2014]

**Clima templado** se divide en **húmedo** y **subhúmedo**. en el primero de ellos se

registran temperaturas entre 18° y 22°C y precipitaciones. [En línea].Disponible en Web

<[http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=103&Itemid=8](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=103&Itemid=8)> [Consulta en 3 marzo 2014]

Leyenda Ecosistemas Ecuador - Ministerio del Ambiente.2013. [En

línea].Disponible en Web. <[http://www.ambiente.gob.ec/.../LEYENDA-](http://www.ambiente.gob.ec/.../LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pd...)

ECOSISTEMAS\_ECUADOR\_2.pd... > [Consulta en 23 marzo 2014]

Strahler, Arthur N. (1960) *Physical Geography*. New York: John Wiley & Sons, p. 113.

[En línea].Disponible en Web.

<[http://es.wikipedia.org/wiki/Temperatura\\_atmosf%C3%A9rica](http://es.wikipedia.org/wiki/Temperatura_atmosf%C3%A9rica)> [Consulta: 23 abril 2014]

Técnicas Geográficas para el estudio del medio natural, curso 2006-07 [En línea]. Disponible en Web. <<http://tecnicasgficas07ujaen.blogspot.com/2007/05/mapa-de-pendientes.html>> [Consulta en 24 abril 2014]

Mena Aspiazu .2011. CAPITULO 1.doc - DSpace en ESPOL. [En línea]. Disponible en Web

<<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/.../CAPITULO%201.doc>> [Consulta en 24 abril 2014]

Parque Nacional Cajas.2014. [En línea]. Disponible en Web <[http://www.etapa.net.ec/Empresa/men\\_map\\_sit.aspx](http://www.etapa.net.ec/Empresa/men_map_sit.aspx). > [Consulta en 25 abril 2014]

Sanzano, A.2009.Química del suelo. El potasio. [En línea]. Disponible en Web <<http://www.edafo.com.ar/Descargas/Cartillas/El%20Potasio%20del%20Suelo.pdf>. > [Consulta en 28 abril 2014]

## ANEXOS

## Anexo 1. Tabla de interpretación de criterios de valoración de nutrientes en la microcuenca del Río

## Mazán

Ca ppm		PO4 ppm		Fe ppm		K ppm		MO %		Mg ppm		pH	
Clase	Rango	Clase	Rango	Clase	Rango	Clase	Rango	Clase	Rango	Clase	Rango	Clase	Rango
Alto	>15	óptimo	20-50	bajo	<5	Alto	>0,8	Alto	>10	Alto	>6	medio	5_6
Óptimo	6_15	medio	12_20			medio	0,2-0,5			optimo	3_6	bajo	<5
bajo	<4	bajo	<12			optimo	0,5-0,8			bajo	<1		

## Anexo 2. Tabla Matriz de Agroecología

Repeticiones	Cobertura	clase pH	clase textura	clase MO	Clase salinidad	Clase profundidad	Clase pedregosidad	Clase Drenaje	Clase Inundabilidad	Clase freatico	Clase pendientes	clase erosion	Suma	Clase_Agro
1	Bosque maduro	2	7	8	1	3	1	3	8	1	8	8	50	8
2	Bosque maduro	3	7	5	1	3	1	3	8	1	8	8	48	8
3	Bosque maduro	2	7	5	1	3	1	3	8	1	8	8	47	8
4	Bosque maduro	2	7	5	1	3	1	3	8	1	8	8	47	8
5	Bosque maduro	2	7	5	1	3	1	3	8	1	8	8	47	8
6	Bosque maduro	3	7	5	1	3	1	3	8	1	8	8	48	8
7	Bosque maduro	3	7	5	1	3	1	3	8	1	8	8	48	8
8	Bosque maduro	4	7	5	1	3	1	3	8	1	8	8	49	8
9	Bosque maduro	3	7	5	1	3	1	3	8	1	8	8	48	8
10	Bosque maduro	3	7	5	1	3	1	3	8	1	8	8	48	8
1	Bosque secundario	2	7	5	1	3	1	3	8	1	8	8	47	7
2	Bosque secundario	3	7	5	1	3	1	3	8	1	6	6	44	7
3	Bosque secundario	2	7	5	1	3	1	3	8	1	6	6	43	7
4	Bosque secundario	2	7	5	1	3	1	3	8	1	6	6	43	7
5	Bosque secundario	2	7	5	1	3	1	3	8	1	6	6	43	7
6	Bosque secundario	2	7	5	1	3	1	3	8	1	6	6	43	7
7	Bosque secundario	2	7	5	1	3	1	3	8	1	6	6	43	7
8	Bosque secundario	3	7	5	1	3	1	3	8	1	6	6	44	7
9	Bosque secundario	2	7	5	1	3	1	3	8	1	6	6	43	7
10	Bosque secundario	3	7	5	1	3	1	3	8	1	6	6	44	7
1	Pastizal abandonado	2	7	5	1	2	2	3	8	1	6	6	43	4
2	Pastizal abandonado	2	7	5	1	2	2	3	8	1	6	6	43	4
3	Pastizal abandonado	2	7	5	1	2	2	3	8	1	6	6	43	4
4	Pastizal abandonado	2	7	5	1	2	2	3	8	1	6	6	43	4
5	Pastizal abandonado	3	7	5	1	2	2	3	8	1	6	6	44	4
6	Pastizal abandonado	2	7	5	1	2	2	3	8	1	6	6	43	4
7	Pastizal abandonado	2	7	5	1	2	2	3	8	1	6	6	43	4
8	Pastizal abandonado	2	7	5	1	2	2	3	8	1	6	6	43	4
9	Pastizal abandonado	2	7	5	1	2	2	3	8	1	6	6	43	4
10	Pastizal	2	7	5	1	2	2	3	8	1	6	6	43	4