

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



**CONFLICTOS DE USO DE LOS SUELOS EN LA CUENCA BELLA,
DISTRITO MARIANO DÁMASO BERAÚN – LAS PALMAS**

Tesis para optar el título de:

INGENIERO EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

Presentado por:

SERAFIN CHAMORRO IVAN CRUZ

2016

DEDICATORIA

A Dios por ser mi guía y camino en momentos adversos, y por dotarme del mejor regalo: MI FAMILIA

A mis adorados padres: Eusebio Serafin Daza y Amelia Chamorro Campos por su incondicional apoyo y por creer siempre en mí con su amor infinito.

A mis queridos hermanos: Alin, Ana Cecilia y Idu Serafin Chamorro; por sus ejemplos de perseverancia, ánimo, apoyo incondicional y fe.

A mis sobrinos: Deivis Daniel y Angely Gianela por ser mi inspiración a ser cada día mejor.

AGRADECIMIENTOS

Durante mi formación profesional, personal y elaboración de la presente investigación, diversas personas colaboraron directa e indirectamente, a quienes deseo expresar mi más profundo reconocimiento:

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) por ser la alma mater que me brindó la oportunidad para formarme como profesional.

A los docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables que se esforzaron por entregarme sus conocimientos y experiencias.

Al Ing. Juan Pablo Rengifo Trigozo; mi asesor, sobre todo un gran amigo, que gracias a sus consejos, paciencia, sabiduría y su invaluable e incondicional apoyo permitió que el trabajo llegase al objetivo alcanzado.

A los miembros del jurado de la presente investigación Ing. Msc. Lucio MANRIQUE DE LARA SUAREZ presidente, Ing. M.Sc. Wilfredo ALVA VALDIVIEZO, Ing. M.Sc. Roberto OBREGON PEÑA, Ing. M.Sc. Sandro RUIZ CASTRE, quienes con su paciencia y voluntad hicieron realidad la sustentación del informe de tesis.

Al equipo profesional que trabaja en el laboratorio de suelos de Agronomía; por brindarme el apoyo en la realización de los análisis de suelos del trabajo de investigación.

Al Ing. Leodan Toribio Dueñas por la ayuda brindada en los programas empleados para la ejecución de los mapas realizados en el trabajo de investigación.

A mis queridos amigos (os) Marilim Elescano Panduro, Kinny Almendra Jara Rioja, Xiomara Jaimes Leon, Yuriko Guerra Espíritu, Denicia Pérez Mendieta, Luz Mery Rojas Muñico, Rolando Murrieta Lozano y Mariano Garay Carlos; por apoyarme en el presente trabajo de investigación.

A todas las personas que de alguna forma influyeron en mi formación profesional y en la realización de este trabajo de investigación y que no alcanzo a recordar; espero me disculpen.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Suelo	3
2.1.1.El suelo como recurso natural	3
2.1.2.Factores edáficos	4
2.1.3.Muestreo de suelos	4
2.1.4.Tipos de muestreo	5
2.1.5.Formas de muestreo	5
2.1.6.Análisis de suelos.....	6
2.1.7.Fisiografía.....	7
2.2. Cuenca hidrográfica	8
2.3. Parámetros morfométricos	9
2.3.1.1.Cuenca grande	10
2.3.1.2.Cuenca pequeña	11
2.4. Longitud, perímetro y ancho.....	11
2.4.1.Parámetro de forma.....	12
2.4.1.1.Factor de forma (F)	12
2.4.1.2.Coeficiente de compacidad (Kc)	13
2.4.2.Parámetros relativos al relieve.....	14
2.4.2.1.Pendiente de la cuenca hidrográfica	14
2.4.2.2.Pendiente del cauce principal	14
2.4.3.Parámetros relativos al drenaje	15
2.4.3.1.Densidad de drenaje	15
2.4.4.Curva hipsométrica.....	16

2.5. Descripción y clasificación de las unidades de suelos	17
2.5.1. Clasificación natural de los suelos.....	18
2.5.1.1. Por su origen.....	18
2.5.1.2. Por su capacidad de uso mayor.....	19
2.6. Importancia de la clasificación de tierras.....	20
2.7. Sistema de clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor	20
2.8. Categorías del sistema de clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor.....	20
2.8.1. Tierras aptas para cultivo en limpio (A)	21
2.8.2. Tierras aptas para cultivo permanente (C)	21
2.8.3. Tierras aptas para pastos (P)	21
2.8.4. Tierras aptas para la producción forestal (F)	22
2.8.5. Tierras de protección (X)	22
2.9. Clases de capacidad de uso mayor.....	23
2.9.1. Clases de tierras aptas para cultivo en limpio (A).....	24
2.9.1.1. Calidad agrológica alta (A1)	24
2.9.1.2. Calidad agrologica media (A2)	25
2.9.1.3. Calidad agrologica baja (A3)	25
2.9.2. Clases de tierras aptas para cultivos permanentes (C)	25
2.9.2.1. Calidad agrológica alta (C1)	26
2.9.2.2. Calidad agrologica media (C2)	26
2.9.2.3. Calidad agrologica baja (C3)	26
2.9.3. Clases de tierras aptas para pastos (P)	27
2.9.3.1. Calidad agrológica alta (P1)	27
2.9.3.2. Calidad agrologica media (P2)	27

2.9.3.3.Calidad agrologica baja (P3)	27
2.9.4.Clases de tierras aptas para producción forestal (F)	28
2.9.4.1.Calidad agrológica alta (F1)	28
2.9.4.2.Calidad agrologica media (F2)	28
2.9.4.3.Calidad agrologica baja (F3)	29
2.9.5.Clases de tierras de protección (X)	29
2.10.Subclase de capacidad de uso mayor de las tierras.....	29
2.10.1.Limitación por suelo (“s”)	30
2.10.2.Limitación por sales (“l”)	31
2.10.3.Limitación por topografía – riesgo de erosión (“e”).....	31
2.10.4.Limitación por drenaje (w”)	32
2.10.5.Limitación por riesgo de inundación o anegamiento (“i”)	32
2.10.6.Limitación por clima (“c”)	33
2.10.7.Condiciones especiales.....	33
2.10.7.1.Uso temporal (“t”)	33
2.10.7.2.Presencia de terráceo - andenería (“a”).....	34
2.10.7.3.Riego permanente o suplementario (“r”)	34
2.11.Uso de la tierra y uso actual de la tierra.....	34
2.11.1.Enfoque formal	35
2.11.2.Enfoque funcional.....	35
2.11.3.Corine Land Cover	35
2.11.4.Nomenclatura Corine Land Cover adaptada	38
2.12.Conflictos de uso de la tierra	38
2.13.Guía de clasificación de los parámetros edáficos.....	40
2.13.1.Topografía o relieve.....	40
2.13.1.1.Pendiente	40

2.13.1.2. Microtopografía o microrelieve	41
2.13.2. Profundidad efectiva del suelo.....	42
2.13.3. Fragmentos rocosos	43
2.13.4. Pedregosidad superficial	43
2.13.5. Drenaje	44
2.13.6. Erosión hídrica.....	45
2.13.7. Riesgo de anegamiento o inundación fluvial	46
2.13.8. Salinidad y/o sodicidad	46
2.13.9. Fertilidad del suelo	47
2.14. Antecedentes sobre caracterización de suelos.....	48
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	54
3.1. Descripción de la zona de estudio.....	54
3.1.1. Ubicación y superficie.....	54
3.1.2. Características climáticas	54
3.1.3. Fisiografía.....	56
3.1.4. Ecología	56
3.1.5. Hidrología	57
3.1.6. Accesibilidad.....	57
3.2. Materiales	57
3.2.1. Material cartográfico	57
3.2.2. Materiales de campo	58
3.3. Equipos	58
3.4. Metodología.....	58
3.4.1. Parámetros morfométricos de la cuenca Bella	58
3.4.2. Clasificación de tierra por su capacidad de uso mayor	61
3.4.3. Elaboración de mapas temáticos.....	65

3.4.4.Determinación del mapa de uso actual de tierras.....	75
3.4.5.Determinación de conflicto de usos de suelos.....	78
IV. RESULTADOS	79
V. DISCUSION.....	87
VI. CONCLUSIONES	94
VII. RECOMENDACIONES.....	96
VIII. ABSTRACT.....	97
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
ANEXOS.....	103

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Forma de la cuenca en función al factor de forma.....	12
2. Índice de Gravelius para la evaluación de la forma.....	14
3. Clasificación de la pendiente según D.S. N° 017-2009-AG.....	15
4. Clases de pendientes (%)......	41
5. Clases de microrelieve.....	42
6. Clases de profundidad efectiva.....	42
7. Clases de fragmentos rocosos.....	43
8. Clases de pedregosidad superficial.....	43
9. Clases de drenaje.....	44
10. Clases de erosión hídrica.....	45
11. Clases de inundación.....	46
12. Clases de salinidad y/o sodicidad.....	46
13. Clases de fertilidad natural.....	47
14. Superficie de las unidades fisiográficas de la cuenca bella.....	56
15. Número de calicatas según las unidades fisiográficas.....	63
16. Indicadores de suelos y métodos de determinación.....	63
17. Normas para la interpretación de los análisis químicos.....	64
18. Precipitación mensual acumulado del año 2015 (Estación Bella).....	71
19. Factor k por calicata.....	72
20. Unidad de factor de LS por pendiente.....	73
21. Valores de C reportados por ROOSE (1977) en África Occidental	73
22. Clasificación de UAT adecuada a la realidad de la zona.....	77
23. Parámetros morfométricos de la cuenca Bella.....	79
24. Superficie y porcentaje de tierras según su capacidad de uso mayor.....	83
25. Superficie de Uso Actual de Tierras de la cuenca Bella.....	84
26. Superficie de conflicto de uso de la tierra de la cuenca Bella....	85

27.	Información básica de campo.....	104
28.	Clave 14 (Bosque muy Húmedo – Premontano Tropical bmh - PT) para determinar el grupo de capacidad de uso mayor.....	105
29.	Unidades de microrelieves reclasificados.....	106
30.	Unidades de pendiente reclasificados.....	106
31.	Unidades fisiográficas reclasificadas.....	106
32.	Unidades erosión de suelos RUSLE.....	107
33.	Profundidad efectiva (cm).....	107
34.	Textura.....	108
35.	Pedregosidad superficial.....	109
36.	Drenaje.....	109
37.	Reacción del suelo (pH).....	110
38.	Pendiente Larga (e).....	111
39.	Pendiente corta (e).....	112
40.	Microrelieve (e).....	112
41.	Profundidad efectiva (s).....	112
42.	Textura (s).....	113
43.	Pedregosidad (s).....	113
44.	Drenaje (w).....	113
45.	Erosión (e).....	114
46.	Salinidad (l).....	114
47.	Inundación (i).....	115
48.	Fertilidad Natural (s).....	115
49.	Fragmento rocoso (Gravosidad o guijarrosidad) (s).....	115
50.	Textura.....	116
51.	Reacción del suelo (pH).....	116
52.	Materia orgánica.....	117
53.	Saturación de aluminio.....	117
54.	Nitrógeno (N).....	117
55.	Fósforo (P ₂ O ₅).....	117
56.	Potasio (K ₂ O).....	117
57.	Puntos de control para la elaboración del UAT.....	118

ÍNDICE DE FIGURAS

Cuadro	Página
1. Imagen de satélite (Landsat 8) del territorio de una cuenca hidrográfica.....	8
2. Longitud y perímetro de la cuenca.....	12
3. Clasificación de los ríos de acuerdo a la curva hipsométrica....	17
4. Unidades de coberturas de la tierra para la leyenda nacional, de acuerdo con la metodología CORINE Land Cover Adaptada para Colombia.....	39
5. Diagrama metodológico para la elaboración del mapa de parámetros morfométricos de la cuenca Bella.....	59
6. Diagrama metodológico para la determinación de parámetro de forma.....	59
7. Diagrama metodológico para la determinación de la densidad de drenaje.....	60
8. Diagrama metodológico para la determinación de los parámetros de relieve.....	61
9. Diagrama metodológico para la reclasificación del mapa base..	66
10. Diagrama metodológico para la reclasificación del mapa de microrelieve.....	67
11. Diagrama metodológico del mapa de pendiente.....	68
12. Diagrama metodológico del mapa de fisiográfico.....	69
13. Diagrama metodológico del mapa erosión.....	70
14. Diagrama metodológico del mapa de UAT.....	76
15. Diagrama metodológico del mapa de conflicto de uso de suelos.....	78
16. Curva hipsométrica.....	80
17. Rectángulo equivalente y frecuencia de altitudes.....	81
18. Superficie de las tierras según su capacidad de uso mayor.....	83
19. Superficies de uso actual de tierras.....	85
20. Superficies de conflictos de uso del suelo.....	86

21. Caserío Bella.....	122
22. Caserío Bella Alta.....	122
23. Caserío Rio Tigre.....	123
24. Toma de punto de control en una vertiente.....	123
25. Validación en campo con los mapas temáticos.....	124
26. Zona de producción de pasto.....	124
27. Zona de producción de cacao.....	125
28. Validación en campo.....	125
29. Validación en campo con un poblador de Rio Tigre.....	126
30. Zona de purma.....	126
31. Validación en campo con los mapas elaborados en pre gabinete.....	127
32. Asociación de cultivo de plátano con café	127
33. Zona de bosques primarios y secundarios.....	128
34. Zona donde se presentaban erosión.....	128

RESUMEN

La investigación se ha ejecutado en la cuenca Bella ubicada en el distrito de Mariano Dámaso Beraún, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, con la finalidad de determinar las áreas con conflictos de uso de la tierra mediante el uso del sistema de información geográfica (SIG). La metodología consistió en la recopilación de datos de gabinete y campo para la descripción de la zona de estudio y de esta manera elaborar los mapas preliminares; el trabajo de campo consistió en recopilar datos para complementar los mapas temáticos, así como la apertura de calicatas por unidades fisiográficas y análisis de las muestras de suelo en laboratorio; se analizó e interpretó los resultados con la finalidad de plasmarlos en los respectivos mapas temáticos. Los resultados obtenidos fueron: 93.75 ha de tierras aptas para cultivos en limpio, 23.60 ha de tierras aptas para cultivos permanentes, 869.16 ha de tierras aptas para pasto, 217 ha de tierras para producción forestal y 2259.98 ha tierras de protección; Presentó 6 tipos de uso de tierras: cultivos anuales (yuca, maíz, frijol, etc.) con 193.52 ha; cultivos permanentes (café, cacao, coca, plátano, etc.) con 866.19 ha; cultivos de pastos con 51.89 ha; tierras boscosas (bosque primario) con 2248.02 ha; suelos desnudos con 90.85 ha y centros poblados con 13.02 ha. Luego de realizar la superposición entre la capacidad de uso mayor con el uso actual de la tierra se encontró: suelos subutilizados 237.61 ha, seguido los de uso adecuado con 2313.52 ha. y por último los suelos con sobreuso 899.34 ha.

I. INTRODUCCIÓN

El suelo es uno de los principales factores de producción, de ella se obtiene productos que además de servir para satisfacer las necesidades primarias contribuyen a la actividad industrial. A lo largo del tiempo los cambios del uso del suelo, son parte de la historia de la civilización, que han modelado al paisaje por acción antrópica en medio de extensas áreas de producción y de aptitud forestal, forzando la plantación en áreas no aptas para esta práctica.

En la cuenca Bella el suelo está siendo utilizado de manera irracional sin tener en cuenta la pérdida de los suelos y con ello la pérdida de la fertilidad y propiedades físicas, químicas, biológicas de los suelos; con ello se observa una baja producción de los cultivos (cacao, café, plátano, etc.), debido a la práctica del mal manejo de suelos que se viene realizando en dicha zona de estudio, afectando la calidad de vida de la población.

El conflicto de uso de los suelos que existe en dicha cuenca es uno de los factores que afectan a la pérdida de los suelos y fertilidad de las mismas. Se elaboró el mapa de conflictos de uso de los suelos para realizar el análisis comparativo entre la capacidad de uso mayor (CUM) y el uso actual del suelo en un determinado tiempo (UAT); esta interacción nos permitió detallar que zonas están siendo usadas correctamente y que zonas presentan conflictos de sobre uso y subuso. Motivo por el cual se planteó la siguiente interrogante ¿Los

conflictos de uso del suelo serán producto del mal manejo de la cuenca Bella?

Ante esta interrogante se planteó la hipótesis: Los conflictos de uso de los suelos permitirá realizar un adecuado manejo y conservación de los suelos tomando en consideración su uso actual de tierras con su capacidad de uso mayor en la cuenca Bella. Frente a este contexto, se planteó los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar los conflictos de uso de los suelos en la cuenca Bella – distrito de Mariano Dámaso Beraún – Las Palmas

Objetivos específicos

- Determinar los parámetros morfométricos de la cuenca Bella.
- Clasificar las tierras por su capacidad de uso mayor de la cuenca Bella.
- Determinar el uso actual de la tierra de la cuenca Bella.
- Determinar las áreas de conflicto de uso de la tierra en la cuenca Bella.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Suelo

Se define al suelo como cuerpos naturales, producto de la acción del clima y los organismos vivientes sobre materiales litológicos, ubicados en una determinada posición topográfica a través del tiempo. Desde el punto de vista agrícola, el suelo es un factor de producción, que desempeña el rol no solo de soporte o sostén de las plantas, sino también de proporcionar una dispensa a almacén de las sustancias necesarias para el crecimiento de los vegetales (ESTRADA, 1976).

Se considera que con buenas prácticas conservacionistas y uso eficiente de las tierras, no solamente tendremos rendimientos elevados, sino también una mínima erosión (CONSTANTINESCO, 1976).

2.1.1. El suelo como recurso natural

El suelo es un recurso natural que ocupa un espacio de forma organizado, dinámico y desarrollado a partir de una intemperización de las

rocas minerales y restos orgánicos, bajo la influencia de los factores formadores del suelo, conteniendo cantidades apropiadas de aire, agua y suministrando los nutrimentos y el sostén que requieren las plantas. (GUARACHI, 2001).

2.1.2. Factores edáficos

- Importancia

Explica que la composición florística de las formaciones, o sea el tipo de vegetación o el tipo de bosque (asociación) está influenciado también en su carácter específico por otro grupo de factores que son los edáficos, entre los que se encuentra el suelo, que tiene mayor influencia en la impresión de carácter del tipo de bosque dentro de una formación climática. La influencia del suelo es importante en la distribución local de los árboles, crecimiento, forma, calidad de la madera, tolerancia y regeneración (DAUBENMIRE, 1993).

2.1.3. Muestreo de suelos

Es una práctica muy delicada porque de él dependerá el éxito del análisis, si la muestra ha sido mal tomada de nada servirán las mejores técnicas o instrumentos de laboratorio. La toma de muestras debe tener en cuenta las variaciones de los suelos de acuerdo a la profundidad del perfil y el área del terreno. La vista de la variabilidad del suelo, parece imposible establecer un método completamente satisfactorio para la toma de muestras de tal forma que los detalles del procedimiento deben quedar determinados por el

propósito y finalidad con que se toma la muestra otro puntos también para obtener un correcto análisis de suelo son el manipuleo (manejo) a cargo del técnico del laboratorio, el uso adecuado correcto de los instrumentos y de los reactivos, etc. (FORSYTHE, 1975).

2.1.4. Tipos de muestreo

- Muestreo de perfil del suelo

Consiste en la toma de muestra de cada horizonte hasta la sección de control. Las muestras servirán: para la clasificación taxonómica, cartografía de suelos y para estudios de fertilidad potencial.

- Muestreo superficial del suelo

Consiste en la toma de muestras de la capa arable, que es generalmente alrededor de las 20 a 30 cm. Este muestreo se realiza con fines de diagnóstico de la fertilidad actual, para establecer programas de fertilización.

2.1.5. Formas de muestreo

Los suelos varían tanto horizontalmente (superficie), como verticalmente (profundidad), por tanto al hacer el muestreo es necesario que se incluya todo el rango de variabilidad de tal manera que la heterogeneidad del suelo, sea reducida al máximo y obtener al final un resultado promedio de análisis. Para ello la muestra debe ser una muestra compuesta. La cual se encuentra formada por a 20 a 30 sub muestras o muestras individuales

tomadas de diferentes puntos de cada área delimitada hacer reconocimiento del terreno y al iniciar el muestreo debe limpiarse la superficie del terreno para evitar posibles contaminaciones. No deben mezclarse muestras de diferentes lotes. No se debe tomar muestras de los siguientes lugares: al pie de zanjas, lugares de acumulación de materiales vegetales, lugares donde haya habido quemadas, zonas pantanosas o de acumulación de sales.

Las muestras individuales deben cumplir lo siguiente: Cada muestra individual debe ser el mismo volumen, si se utiliza una pala se hace primero un hoyo en forma de "V" o rectangular removiendo de un lado una capa de tierra de 3 cm de grueso tomando la muestra, las muestras deben ser tomadas al azar con respecto al volumen teniendo un número suficiente de muestras individuales para que quede representado adecuadamente el volumen total del que se toma la muestra. El área de terreno escogido para muestrear debe ser homogéneo para el objetivo del análisis y así tener una mayor exactitud (AZABACHE, 1991).

2.1.6. Análisis de suelos

Es el proceso que tiene por finalidad, entre otras, evaluar la fertilidad del suelo por medios de métodos analíticos físicos y/o químicos.

El procedimiento consiste en extraer un constituyente del suelo. Fenómeno dependiente de la constitución de este último, para ponerlo en una forma tal que puede ser determinado por las técnicas analíticas propias del método (FORSYTHE, 1975).

2.1.7. Fisiografía

Es el estudio de las formas de tierra llamadas también “paisajes” y clasifica a esta en base a su morfología, origen, edad y morfometría, aspectos de clima actual, hidrología, geología, etc. Estos factores son considerados en la medida que puedan incidir en la pedogénesis o aptitudes de uso y manejo de suelos, los cuales se clasifican en:

- **Gran paisaje:** Está determinada por el relieve de la corteza terrestre; estableciéndose tres grandes paisajes: Planicie, Colinoso y Montañoso.
- **Paisaje:** Está determinado por la litología y origen de la forma de tierra.
- **Sub paisaje:** Son subdivisiones del paisaje que han sido originados por procesos erosiónales o deposicionales.
- **Elemento de paisaje:** Son subdivisiones establecidas de acuerdo al criterio a utilizarse para el estudio del suelo. Siendo algunos criterios más utilizados: pendiente, drenaje, inundabilidad, etc. (GARCIA, 1987).

Cada suelo por lo general está asociado a un cierto tipo o forma de paisaje, y se vincula directamente a una forma de relieve, lo cual influye sobre su génesis. Sin embargo, diferencias importantes en el material originario y en el perfil, son consecuencia de diferentes posiciones en el relieve, o de diversas formas del paisaje general (RODRIGUEZ, 1984).

2.2. Cuenca hidrográfica

Una cuenca hidrográfica es un área natural en la que el agua proveniente de la precipitación forma un curso principal de agua; también se define como la unidad fisiográfica conformada por el conjunto de los sistemas de cursos de agua definidos por el relieve. Los límites de la cuenca “divisoras de aguas” se definen naturalmente y corresponden a las partes más altas del área que encierra un río (Figura 1).

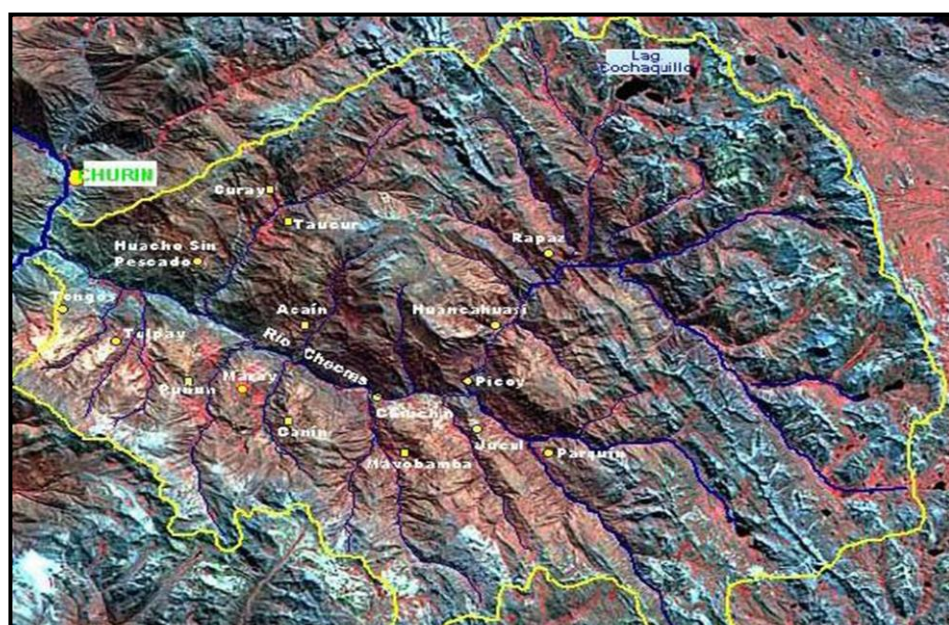


Figura 1. Imagen de satélite (Landsat 8) del territorio de una cuenca hidrográfica

2.2.1. Microcuenca

Una microcuenca es toda área en la que su drenaje va a dar al cauce principal de una sub cuenca; o sea que una sub cuenca está dividida en varias microcuencas.

Las microcuencas son unidades pequeñas y a su vez son áreas donde se originan quebradas y riachuelos que drenan de las laderas y pendientes altas. También las microcuencas constituyen las unidades adecuadas para la planificación de acciones para su manejo. En la práctica, las microcuencas se inician en la naciente de los pequeños cursos de agua, uniéndose a las otras corrientes hasta constituirse en la cuenca hidrográfica de un río de gran tamaño.

2.2.2. Sub cuenca

Una sub cuenca es toda área en la que su drenaje va directamente al río principal de la cuenca. También se puede definir como una subdivisión de la cuenca. Es decir que en una cuenca pueden haber varias sub cuencas (FAUSTINO, 2006).

2.3. Parámetros morfométricos

Una cuenca hidrográfica o cuenca de drenaje de un río es el área limitada por un contorno al interior del cual las aguas de la lluvia que caen se dirige hacia un mismo punto, denominado salida de la cuenca hidrográfica. Es en suma, el área de captación de aguas de un río delimitado por el parte aguas.

La cuenca hidrográfica actúa como un colector natural, encargada de evacuar parte de las aguas de lluvia en forma de escurrimiento. En esta transformación de lluvias en escurrimiento se producen pérdidas, o mejor

desplazamiento de agua fuera de la cuenca debido a la evaporación y la percolación. Para este tipo de estudio no solamente interesa el volumen total a la salida de la cuenca, sino también su distribución espacial y temporal, para lo cual se necesita tener un buen conocimiento de sus características. El movimiento del agua en la naturaleza es una función compleja en la cual intervienen diversos factores, entre los cuales se pueden resaltar su clima y sus características fisiográficas (MAIDMENT, 1992).

2.3.1. Área

Es el tamaño de la superficie de cada cuenca en km². Se obtiene automáticamente a partir de la digitalización y poligonización de las cuencas en el software de sistema de información geográfica. El área de una cuenca en general, se encuentra relacionada con los procesos que en ella ocurren. También se ha comprobado que la relación del área con la longitud de la misma es proporcional y también que esta inversamente relacionada a aspectos como la densidad de drenaje y el relieve relativo. Una cuenca se puede clasificar atendiendo a su tamaño, en cuenca grande y cuenca pequeña.

2.3.1.1. Cuenca grande

Es aquella cuenca en la que predominan las características fisiográficas de la misma (pendiente, elevación, área, cauce). Una cuenca, para fines prácticos, se considera grande, cuando el área es mayor de 250 km².

2.3.1.2. Cuenca pequeña

Es aquella cuenca que responde a las lluvias de fuerte intensidad y pequeña duración, y en la cual las características físicas (tipo de suelo, vegetación) son más importantes que las del cauce. Se considera cuenca pequeña aquella cuya área varía desde unas pocas hectáreas hasta un límite, que para propósitos prácticos, se considera 250 km².

2.4. Longitud, perímetro y ancho.

La longitud (L) de la cuenca puede estar definida como la distancia horizontal del río principal entre un punto aguas abajo (estación de aforo) y otro punto aguas arriba donde la tendencia general del río principal corte la línea de contorno de la cuenca.

El perímetro de la cuenca o la longitud de la línea de divorcio de la hoya es un parámetro importante, pues en conexión con el área nos puede decir algo sobre la forma de la cuenca. Usualmente este parámetro físico es simbolizado por la letra mayúscula P (Figura 2).

El ancho se define como la relación entre el área (A) y la longitud de la cuenca (L) y se designa por la letra W (VILLON, 2002).

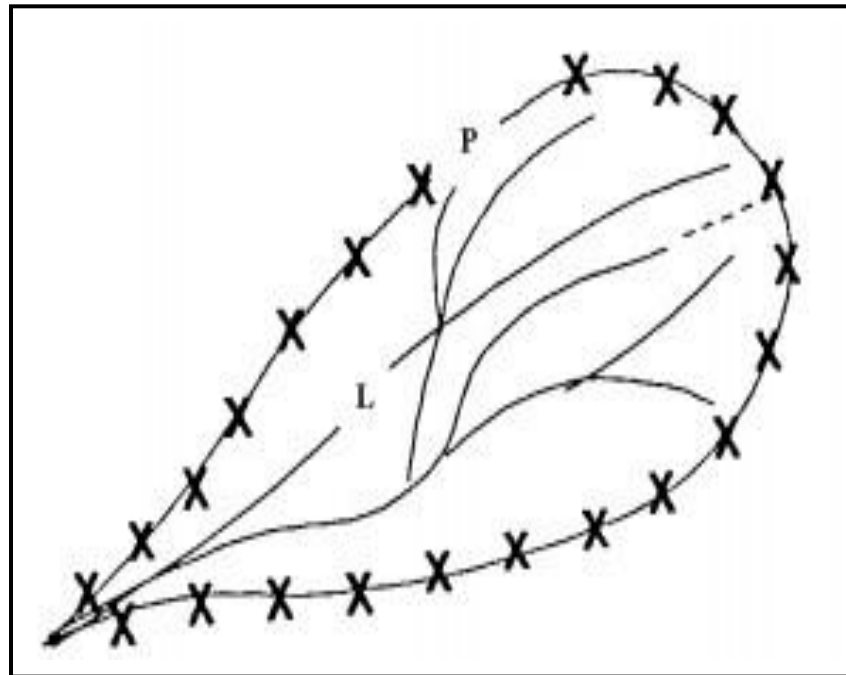


Figura 2. Longitud y perímetro de la cuenca.

2.4.1. Parámetro de forma

2.4.1.1. Factor de forma (F)

Expresa la relación entre el ancho promedio de la cuenca (w) y la longitud (L).

Cuadro 1. Forma de la cuenca en función al factor de forma

Factor de forma	Forma de la cuenca
$F > 1$	Redondeada
$F < 1$	Alargada

Fuente: Villon (2002)

2.4.1.2. Coeficiente de compacidad (K_c)

Designado por K_c e igualmente propuesto por Gravelius, compara la forma de la cuenca con la de una circunferencia, cuyo círculo inscrito tiene la misma área de la cuenca en estudio. K_c se define como la razón entre el perímetro de la cuenca que es la misma longitud del parte aguas que la encierra y el perímetro de la circunferencia (MONSALVE, 2000). La ecuación de este coeficiente corresponde a:

$$K_c = \frac{0.28 \cdot P}{\sqrt{A}}$$

Dónde: K_c = Coeficiente de compacidad

P = Perímetro de la cuenca

A = Área de la cuenca

Este valor adimensional, independiente del área estudiada tiene por definición un valor de 1 para cuencas imaginarias de forma exactamente circular. Los valores de K_c nunca serán inferiores a 1. El grado de aproximación de este índice a la unidad indicará la tendencia a concentrar fuerte volúmenes de aguas de escurrimiento, siendo más acentuado cuando más cercano sea a la unidad, lo cual quiere decir que entre más bajo sea K_c mayor será la concentración de agua. Existen tres categorías para la clasificación según el valor de este parámetro (Cuadro 2).

Cuadro 2. Índice de Gravelius para la evaluación de la forma

Clase	Rango	Descripción
K _C 1	1 a 1.25	Forma casi redonda a oval - redonda
K _C 2	1.25 a 1.5	Forma oval - redonda a oval - alargada
K _C 3	1.5 a 1.75	Forma oval – alargada a alargada

2.4.2. Parámetros relativos al relieve

2.4.2.1. Pendiente de la cuenca hidrográfica

La pendiente de la cuenca, es un parámetro muy importante en el estudio de toda la cuenca, tiene una relación importante y compleja con la infiltración del suelo, y la contribución del agua subterránea a la escorrentía. Es uno de los factores que controla el tiempo de escurrimiento y concentración de la lluvia en los canales de drenaje, y tiene una importancia directa en relación a las crecidas.

La pendiente de la cuenca es la relación del desnivel que existe entre los extremos de la cuenca, siendo la cota mayor y la cota menor, y la proyección horizontal de su longitud, siendo el lado más largo de la cuenca (VILLON, 2002).

2.4.2.2. Pendiente del cauce principal

El conocimiento de la pendiente del cauce principal de una cuenca, es un parámetro importante, en el estudio del comportamiento de recurso hídrico, como por ejemplo, para la determinación de las características óptimas

de su aprovechamiento hidroeléctrico, o en la solución de problemas de inundaciones. Se determina según la relación entre el desnivel que hay entre los extremos el cauce y la proyección horizontal de su longitud (VILLON, 2002).

Cuadro 3. Clasificación de la pendiente según D.S. N° 017-2009-AG.

Rango	Término descriptivo
0 - 2 %	Plano o casi a nivel
2 - 4 %	Ligeramente inclinado
4 - 8 %	Moderadamente inclinado
8 - 15 %	Fuertemente inclinado
15 - 25 %	Moderadamente empinado
25 - 50 %	Empinado
50 - 75 %	Muy empinado
> 75 %	Extremadamente empinado

Fuente: EL PERUANO 2009.

2.4.3. Parámetros relativos al drenaje

2.4.3.1. Densidad de drenaje

La densidad de drenaje, es un parámetro que indica la posible naturaleza de los suelos, que se encuentran en la cuenca. También da una idea sobre el grado de cobertura que existe en la cuenca. Valores altos de drenaje, representan zonas con poca cobertura vegetal, suelos fácilmente erosionables o impermeables. Por el contrario, valores bajos, indican suelos duros, poco erosionables o muy permeables y coberturas vegetales densa (VILLON, 2002).

2.4.4. Curva hipsométrica

La curva hipsométrica es la representación gráfica de la variación altitudinal de una cuenca y se obtiene a partir de un plano topográfico tomándose los valores en porcentajes del área que están por debajo de una determinada altura, que inicialmente serán la del punto más bajo de la cuenca e irá aumentando de acuerdo a los valores de las cotas de la curva de nivel que encierra las franjas de terreno por ellas definidas y el punto de salida que es generalmente el sitio más bajo de la cuenca (VILLON, 2002).

Se divide en tres zonas (Figura 3):

1. Zona donde predomina la producción de sedimentos y aguas (Ríos jóvenes).
2. Zona donde predomina el transporte de ambos (Ríos maduros)
3. Zona caracterizada por la deposición de sedimentos (Ríos en etapa de vejez) (LLAMAS, 1993).

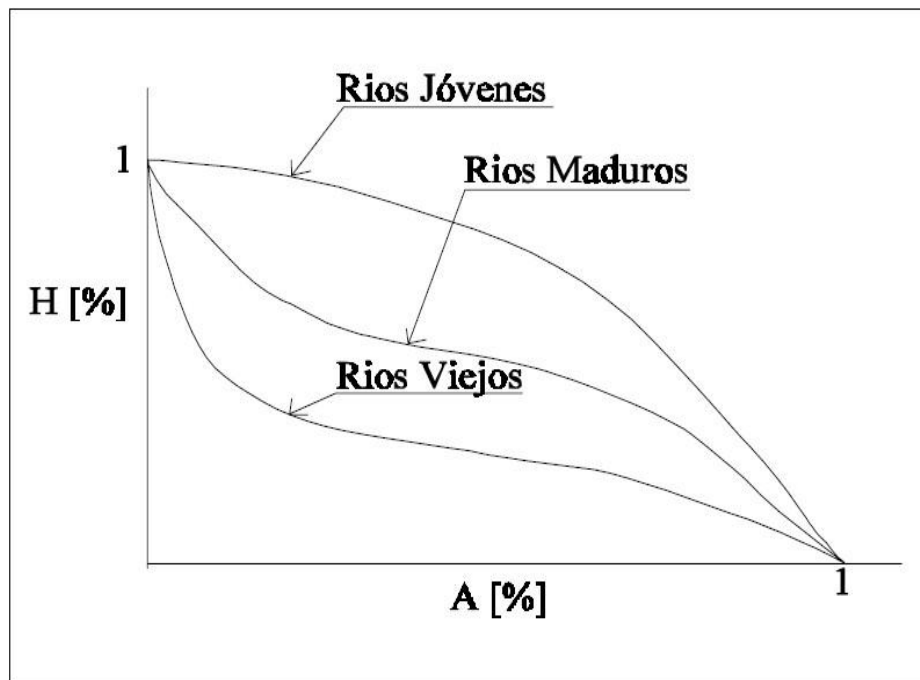


Figura 3. Clasificación de los ríos de acuerdo a la curva hipsométrica

2.5. Descripción y clasificación de las unidades de suelos

Los suelos considerados como cuerpos naturales independientes, tridimensionales y dinámicos, que se encuentran ocupando porciones de la superficie terrestre y que presentan características propias, como resultado de la interacción de los diferentes factores de formación, son descritos y clasificados en base a su morfología, lo cual está expresada por sus características físico – químicas y biológicas y en base a su génesis, manifestada por la presencia de horizontes superficiales y sub superficiales de diagnóstico; ambas influenciadas por las condiciones ecológicas del medio. Otras áreas que no son consideradas como suelos, son identificadas y descritas bajo la denominación de áreas misceláneas.

Tanto las unidades de suelos como las áreas misceláneas, son delimitadas e identificadas en un mapa de suelos, mediante las unidades cartográficas, las cuales pueden estar dominadas por uno, dos o más unidades taxonómicas o áreas misceláneas, dependiendo de la regularidad de los patrones y del tamaño y contraste de sus componentes individuales.

2.5.1. Clasificación natural de los suelos

2.5.1.1. Por su origen

- **Suelos aluviales recientes**

Derivados de depósitos fluviónicos. Presenta perfiles estratificados y textura gruesa a media, con reacción ligeramente ácida o ligeramente alcalina.

- **Suelos aluviales subrecientes**

Derivados de depósitos aluviales no inundables. Presentan perfiles estratificados de textura media a fina y de reacción ligeramente alcalina.

- **Suelos aluviales antiguos**

Derivados de depósitos cuaternarios antiguos. Presentan perfiles estratificados de textura media a gruesa y de reacción ligeramente ácida a moderadamente alcalina.

– **Suelos coluvio – aluviales**

Derivados de materiales acarreados por acción de aguas de escorrentía y gravitacional. Presentan perfiles estratificados de textura fina y de reacción muy fuertemente ácido a moderadamente alcalina.

– **Suelos de materiales residuales**

Derivados de materiales litológicos sedimentarios: lutitas, areniscas, arcillas calcáreas y ácidas (ONERN, 1983).

2.5.1.2. Por su capacidad de uso mayor

De acuerdo al reglamento aprobado D.S.Nº 017- 2009-AG. La capacidad de uso mayor de una superficie geográfica es definida como su aptitud natural para producir en forma constante, bajo tratamientos continuos y usos específicos. Con un sistema inminentemente técnico – interpretativo cuyo único objetivo es asignar a cada unidad del suelo su uso y manejo apropiado, donde las características edáficas consideradas son la pendiente, profundidad efectiva, textura, fragmentos gruesos, pedregosidad superficial, drenaje interno, pH, erosión, salinidad, peligro de anegamiento y fertilidad natural superficial; las climáticas, como la precipitación, temperatura, evapotranspiración, todas influenciadas por la altitud y latitud. Todas ellas son consideradas en las zonas de vida de Holdridge.

2.6. Importancia de la clasificación de tierras

La clasificación de las tierras es importante ya que, a pesar de que persigue diferentes objetivos, busca el mejor uso posible de una unidad de tierra conociendo su capacidad y sus limitaciones (Quiroga ,1994; citado por GUARACHI, 2001).

La clasificación de tierras radica en que permite conocer el potencial y las limitaciones de las mismas, de tal manera que hace posible la planificación adecuada de su uso, proporcionando, así, una base sólida para el desarrollo sostenido de las poblaciones dependientes (Dalence, 2000; citado por GUARACHI, 2001).

2.7. Sistema de clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor

El sistema nacional de clasificación de tierras del Perú, es un sistema interpretativo de los estudios de suelos, con la ayuda de información climática (zonas de vida) y de relieve, cuyo único objetivo es asignar a cada unidad de suelo su uso y manejo más apropiado.

2.8. Categorías del sistema de clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor

Está conformado por tres categorías de uso grupo de capacidad de uso mayor, clase de capacidad de uso mayor, subclase de capacidad de uso mayor (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2009).

2.8.1. Tierras aptas para cultivo en limpio (A)

Reúnen a las tierras que presentan características climáticas, de relieve y edáficas para la producción de cultivos en limpio que demandan remociones o araduras periódicas y continuadas del suelo. Estas tierras, debido a sus características ecológicas, también pueden destinarse a otras alternativas de uso, ya sea cultivos permanentes, pastos, producción forestal y protección, en concordancia a las políticas e interés social del Estado y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

2.8.2. Tierras aptas para cultivo permanente (C)

Reúne a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas para la producción de cultivos que requieren la remoción periódica y continua del suelo (cultivos en limpio), pero permiten la producción de cultivos permanentes, ya sean arbustivos o arbóreos (frutales principalmente). Estas tierras, también pueden destinarse a otras alternativas de uso ya sea producción de pastos, producción forestal, protección en concordancia a las políticas e interés social del Estado y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

2.8.3. Tierras aptas para pastos (P)

Reúne a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para cultivos en limpio, ni permanentes, pero si para la producción de pastos naturales o cultivados que permitan el pastoreo

continuado o temporal, sin deterioro de la capacidad productiva del recurso suelo. Estas tierras según su condición ecológica (zona de vida), podrán destinarse también para producción forestal o protección cuando así convenga, en concordancia a las políticas e interés social del Estado y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

2.8.4. Tierras aptas para la producción forestal (F)

Agrupada a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para cultivos en limpio, permanentes, ni pastos, pero sí para la producción de especies forestales maderables. Estas tierras también pueden destinarse a la producción forestal no maderable o protección cuando así convenga, en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

2.8.5. Tierras de protección (X)

Están constituidas por tierras que no reúnen las condiciones edáficas, climáticas ni de relieve mínimas requeridas para la producción sostenible de cultivos en limpio, permanentes, pastos o producción forestal. En este sentido, las limitaciones o impedimentos tan severos de orden climático, edáfico y de relieve determinan que estas tierras sean declaradas de protección.

En este grupo se incluyen, los escenarios glaciáricos (nevados), formaciones líticas, tierras con cárcavas, zonas urbanas, zonas mineras, playas

de litoral, centros arqueológicos, ruinas, cauces de ríos y quebradas, cuerpos de agua (lagunas) y otros no diferenciados, las que según su importancia económica pueden ser destinadas para producción minera, energética, fósiles, hidro-energía, vida silvestre, valores escénicos y culturales, recreativos, turismo, científico y otros que contribuyen al beneficio del Estado, social, y privado.

2.9. Clases de capacidad de uso mayor

Es el segundo nivel categórico del presente sistema de clasificación de tierras. Reúne a unidades de suelos y tierras según su calidad agrológica dentro de cada grupo.

Un grupo de capacidad de uso mayor (CUM) reúne numerosas clases de suelos que presentan una misma aptitud o vocación de uso general, pero que no tienen una misma calidad agrológica ni las mismas limitaciones, por consiguiente, requiere de prácticas de manejo específicas de diferente grado de intensidad.

- La calidad agrológica

Viene a ser la síntesis de las propiedades de fertilidad, condiciones físicas, relaciones suelo – agua, las características de relieve y climáticas dominantes y presenta el resumen de la potencialidad del suelo para producir plantas específicas o secuencias de ellas bajo un definido conjunto de prácticas

de manejo. De esta forma, se han establecido tres (03) clases de calidad agrológica: alta, media y baja.

- **La clase de calidad alta.** Comprende las tierras de mayor potencialidad y que requiere de prácticas de manejo y conservación de suelos de menor intensidad.
- **La clase de calidad media.** Corresponde a las tierras con algunas limitaciones y que exigen prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos.
- **La clase de calidad baja.** Reúne a las tierras de menor potencialidad dentro de cada uno de cada grupo de uso, exigiendo mayores y más intensas prácticas de manejo y conservación de suelos para la obtención de una producción económica y continuada.

2.9.1. Clases de tierras aptas para cultivo en limpio (A)

Se establece las siguientes clases: A1, A2 y A3. La calidad agrológica disminuye progresivamente de la clase A1 a la A3 y ocurre lo inverso con las limitaciones, incrementándose éstas de la A1 a la A3.

2.9.1.1. Calidad agrológica alta (A1)

Agrupar a las tierras de la más alta calidad, con ninguna o muy ligeras limitaciones que restrinjan su uso intensivo y continuado, la que por sus excelentes características y cualidades climáticas, de relieve o edáficas,

permiten un amplio cuadro de cultivos, requiriendo de prácticas sencillas de manejo y conservación de suelos para mantener su productividad sostenible y evitar su deterioro.

2.9.1.2. Calidad agrologica media (A2)

Agrupar a tierras de moderada calidad para la producción de los cultivos en limpio con moderadas limitaciones de orden climático, edáfico o de relieve, que reducen un tanto el cuadro de cultivos así como la capacidad productiva. Requieren de prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos, a fin de evitar su deterioro y mantener una productividad sostenible.

2.9.1.3. Calidad agrologica baja (A3)

Agrupar tierras de baja calidad, con fuertes limitaciones de orden climático, edáfico o de relieve, que reducen significativamente el cuadro de cultivos y la capacidad productiva. Requieren de prácticas más intensas y a veces especiales, de manejo y conservación de suelos para evitar su deterioro y mantener una productividad sostenible.

2.9.2. Clases de tierras aptas para cultivos permanentes (C)

Se establecen las siguientes clases: C1, C2 y C3. Las limitaciones de uso de sus componentes edáficos se hace progresivamente mayor de C1 a C3; son capaces de producir bajo adecuadas prácticas de manejo, rendimientos económicos de frutales o de especies industriales adaptables o nativas, pastos o forestales.

2.9.2.1. Calidad agrológica alta (C1)

Agrupar a las tierras con la más alta calidad de suelo de este grupo, con ligeras limitaciones para la fijación de un amplio cuadro de cultivos permanentes, frutales principalmente. Requieren de prácticas de manejo y conservación de suelos poco intensivas para evitar el deterioro de los suelos y mantener una su producción sostenible.

2.9.2.2. Calidad agrologica media (C2)

Agrupar a tierras de calidad media, con limitaciones más intensas que la clase anterior de orden climático, edáfico o de relieve, que restringen el cuadro de cultivos permanentes. Las condiciones edáficas de estas tierras requieren de prácticas moderadas de conservación y mejoramiento a fin de evitar el deterioro de los suelos y mantener una producción sostenible.

2.9.2.3. Calidad agrologica baja (C3)

Agrupar tierras de baja calidad, con limitaciones fuertes o severas de orden climático, edáfico o de relieve, para la fijación de cultivos permanentes y por tanto, requieren de la aplicación de prácticas intensas de manejo y de conservación de suelos a fin de evitar el deterioro de este recurso y mantener una producción sostenible.

2.9.3. Clases de tierras aptas para pastos (P)

Se establecen las siguientes clases de potencialidad: P1, P2 y P3. La calidad agrológica de estas tierras disminuye progresivamente mayor de P1 al P3.

2.9.3.1. Calidad agrológica alta (P1)

Agrupar tierras con la más alta calidad agrológica de este grupo, con ciertas deficiencias o limitaciones para el crecimiento de pasturas naturales y cultivadas, que permiten el desarrollo sostenible de una ganadería. Requieren de prácticas sencillas de manejo de suelos y manejo de pastos para evitar el deterioro del suelo.

2.9.3.2. Calidad agrológica media (P2)

Agrupar tierras de calidad agrológica media en este grupo, con limitaciones y deficiencias más intensas que la clase anterior para el crecimiento de pasturas naturales y cultivadas, que permiten el desarrollo sostenible de una ganadería. Requieren de la aplicación de prácticas moderadas de manejo de suelos y pastos para evitar el deterioro del suelo y mantener una producción sostenible.

2.9.3.3. Calidad agrológica baja (P3)

Agrupar tierras de calidad agrológica baja en este grupo, con fuertes limitaciones y deficiencias para el crecimiento de pastos naturales y cultivados,

que permiten el desarrollo sostenible de una determinada ganadería. Requieren de aplicación de prácticas intensas de manejo de suelos y pastos para el desarrollo de una ganadería sostenible, evitando el deterioro del suelo.

2.9.4. Clases de tierras aptas para producción forestal (F)

Se establecen las siguientes clases de aptitud: F1, F2 y F3. La calidad agrológica de estas tierras disminuye progresivamente de la clase F1 a la F3.

2.9.4.1. Calidad agrológica alta (F1)

Agrupación de tierras con más alta calidad agrológica de este grupo con ligeras limitaciones de orden climático, edáfico o de relieve, para la producción de especies forestales maderables. Requieren de prácticas sencillas de manejo y conservación de suelos y de bosques para la producción forestal sostenible, sin deterioro del suelo.

2.9.4.2. Calidad agrológica media (F2)

Agrupación de tierras de calidad agrológica media, con restricciones o deficiencias más acentuadas de orden climático, edáfico o de relieve que la clase anterior para la producción de especies forestales maderables. Requiere de prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos y de bosques para la producción forestal sostenible, sin deterioro del suelo.

2.9.4.3. Calidad agrologica baja (F3)

Agrupar tierras de calidad agroológica baja, con fuertes limitaciones de orden climático, edáfico o de relieve, para la producción forestal de especies maderables. Requiere de prácticas intensas de manejo y conservación de suelos y bosques para la producción forestal sostenible, sin deterioro del recurso suelo.

2.9.5. Clases de tierras de protección (X)

Estas tierras no presentan clases de capacidad de uso, debido a que presentan limitaciones tan severas de orden edáfico, climático o de relieve, que no permiten la producción sostenible de cultivos en limpio, cultivos permanentes, pastos ni producción forestal.

2.10. Subclase de capacidad de uso mayor de las tierras

Constituye la tercera categoría del presente sistema de clasificación de tierras, establecida en función a factores limitantes, riesgos y condiciones especiales que restringen o definen el uso de las tierras. La subclase de capacidad de uso, agrupa tierras de acuerdo al tipo de limitación o problema de uso. Lo importante en este nivel categórico es puntualizar la deficiencia o condiciones más relevantes como causal de la limitación del uso de las tierras. En el sistema elaborado, han sido reconocidos seis tipos de limitación fundamentales que caracterizan a las subclases de capacidad:

- Limitación por suelo.

- Limitación por sales.
- Limitación por topografía –riesgo de erosión.
- Limitación por drenaje.
- Limitación por riesgo de inundación.
- Limitación por clima.

En el sistema también se reconocen tres condiciones especiales:

- Uso temporal.
- Terráceo o andenería.
- Riego permanente o suplementario.

2.10.1. Limitación por suelo (“s”)

El factor suelo representa uno de los componentes fundamentales en el juzgamiento y calificación de las tierras; de ahí, la gran importancia de los estudios de suelos, en ellos se identifica, describe, separa y clasifican los cuerpos edáficos de acuerdo a sus características. Sobre estas agrupaciones se determinan los Grupos de Capacidad de Uso. Las limitaciones por este factor están referidas a las características intrínsecas del perfil edáfico de la unidad del suelo, tales como: profundidad efectiva, textura dominante, presencia de gravas o piedras, reacción del suelo (pH), salinidad, así como las condiciones de fertilidad del suelo y de riesgo de erosión. El suelo es uno de los componentes principales de la tierra que cumple funciones principales tanto de sostenimiento de las plantas como de fuente de nutrientes para el desarrollo de las mismas.

La limitación por suelo está dada por la deficiencia de alguna de las características mencionadas, lo cual incide en el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como en su capacidad productiva.

2.10.2. Limitación por sales (“l”)

Si bien el exceso de sales, nocivo para el crecimiento de las plantas es un componente de factor edáfico, en la interpretación esta es tratada separadamente por constituir una característica específica de naturaleza química cuya identificación en la clasificación de las tierras, especialmente en la región árida de la costa, tiene notable importancia en el uso, manejo y conservación de los suelos.

2.10.3. Limitación por topografía – riesgo de erosión (“e”)

La longitud, forma y sobre todo el grado de pendiente de la superficie del suelo influye regulando la distribución de las aguas de escorrentía, es decir, determinan el drenaje externo de los suelos. Por consiguiente, los grados más convenientes son determinados considerando especialmente la susceptibilidad de los suelos a la erosión. Normalmente, se considera como pendientes adecuadas aquellas de relieve suave, en un mismo plano, que no favorecen los escurrimientos rápidos ni lentos. Otro aspecto importante es la forma de la superficie del terreno, de gran interés desde el punto de vista de las obras de nivelamiento.

Las pendientes moderadas pero de superficie desigual o muy variadas deben ser consideradas como factores influyentes en los costos de nivelación y del probable efecto de ésta sobre la fertilidad y las características físicas al eliminar las capas edáficas de gran valor agrícola. Otro aspecto importante es la forma de la superficie del terreno, de gran interés desde el punto de vista de las obras de nivelamiento.

2.10.4. Limitación por drenaje (w’)

Esta limitación está íntimamente relacionada con el exceso de agua en el suelo, regulado por las características topográficas, de permeabilidad del suelo, la naturaleza del substrato y la profundidad del nivel freático. Las condiciones de drenaje son de gran importancia porque influyen considerablemente en la fertilidad, la productividad de los suelos, en los costos de producción y en la fijación y desarrollo de los cultivos. El cultivo de arroz representa una excepción, así como ciertas especies de palmáceas de hábitat hidrofítico en la región amazónica (aguaje).

2.10.5. Limitación por riesgo de inundación o anegamiento (“i”)

Este es un aspecto que podría estar incluido dentro del factor drenaje, pero, por construir una particularidad de ciertas regiones del país como son las inundaciones estacionales en la región amazónica y en los valles costeros, y que comprometen la fijación de cultivos, se ha diferenciado del problema de drenaje. Los riesgos por inundación fluvial involucran los aspectos de frecuencia, amplitud del área inundada y duración de la misma, afectando la

integridad física de los suelos por efecto de la erosión lateral y comprometiendo seriamente el cuadro de especies a cultivarse.

2.10.6. Limitación por clima (“c”)

Este factor está íntimamente relacionado con las características particulares de cada zona de vida o bioclima tales como la ocurrencia de heladas o bajas temperaturas, sequías prolongadas, deficiencias o excesos de lluvias y fluctuaciones térmicas significativas durante el día, entre otras. Estas son características que comprometen seriamente el cuadro de especies a desarrollarse.

Esta limitación es común en las tierras con potencial para cultivos en limpio ubicadas en el piso montano y en las tierras con aptitud para pastos en los pisos altitudinales, subalpino y alpino (zona de páramo y tundra, respectivamente), por lo que en ambas situaciones siempre llevará el símbolo “c” además de otras limitaciones que pudieran tener.

2.10.7. Condiciones especiales

2.10.7.1. Uso temporal (“t”)

Referida al uso temporal de los pastos debido a las limitaciones en su crecimiento y desarrollo por efecto de la escasa humedad presente en el suelo (baja precipitación).

2.10.7.2. Presencia de terráceo - andenería (“a”)

Está referida a las modificaciones realizadas por el hombre, en pendientes pronunciadas construyendo terrazas (andenes), lo cual reduce la limitación por erosión del suelo y cambia el potencial original de la tierra.

2.10.7.3. Riego permanente o suplementario (“r”)

Referida a la necesidad de la aplicación de riego para el crecimiento y desarrollo del cultivo, debido a las condiciones climáticas áridas. (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2009).

2.11. Uso de la tierra y uso actual de la tierra

El uso de la tierra es la utilización del recurso suelo por la actividad humana con fines agrícolas, pastoreo, forestación y otros usos de manera racional y eficiente (GUARACHI, 2001).

El uso actual de la tierra, se refiere más bien a la descripción de las características del paisaje en una época determinada y la forma como se ha desarrollado la utilización de sus recursos, sin tomar en consideración su potencial o uso futuro. El uso actual de la tierra, permite conocer la utilización efectiva en sus distintas unidades de paisaje y la forma como se ha desarrollado el aprovechamiento de los recursos naturales, suelo, agua, vegetación (VARGAS, 1999).

2.11.1. Enfoque formal

El uso de la tierra bajo este enfoque, se registra como cobertura, donde se discriminan los usos de acuerdo con el tipo de cobertura y el tiempo de permanencia que tengan. Por ello se debe identificar el uso para el momento en que se realice el estudio; ya que se refiere a la distribución espacial del uso en un área determinada, sin considerar las interrelaciones que den entre ellos, interpretando los usos existentes para el momento en que se realiza el estudio (FLORES, 1981).

2.11.2. Enfoque funcional

Concibe el uso como resultado de la aplicación de una serie de aspectos técnicos, socio económicos, culturales e históricos, dados bajo ciertas condiciones naturales (GUERRERO, 1993). El uso funcional se basa en un levantamiento directo y detallado, a través de un conjunto de criterios empleados en la descripción del uso de la tierra, que definen en una primera aproximación tipológicas agrícolas (FLORES, 1981).

Los criterios de diagnóstico consideradas para definir los tipos de usos de la tierra (TUT) son tomados de la FAO (1976). Incluyen componentes socioeconómicos y agroecológicos obtenidos a partir de entrevistas a los agricultores y conocimiento previo del área.

2.11.3. Corine Land Cover

(Fase I)

El proceso de adaptación de la metodología de Corine Land Cover en Perú se desarrolló durante el año 2005 y consistió de tres etapas:

- Etapa I: Adquisición y preparación del material

Para generar la cartografía temática de cobertura de la tierra, las imágenes Landsat fueron la base a partir de la cual se realizó la interpretación. La mayoría de estas fueron adquiridas por Internet a través de la página “Global Land Cover Facility”, y las restantes imágenes fueron aportadas por las instituciones participantes, junto con los demás datos auxiliares.

- Programación de logística y de los recursos humanos

Esta primera fase de trabajo se realizó con representantes de los diferentes organismos involucrados:

- IGAC: Diversos especialistas pertenecientes a las Subdirecciones de Agrología, Geografía y Cartografía y la Oficina CIAF, que participaron en la fase de adaptación de la nomenclatura y la fotointerpretación. La coordinación técnica del proyecto estuvo a cargo del IGAC.
- IDEAM: El Subdirector de Ecosistemas e Información Ambiental actuó como coordinador colombiano de este proceso. Además, se contó con la participación de diversos especialistas de las subdirecciones técnicas del IDEAM.

- CORMAGDALENA: Participaron representantes de esta entidad que habían trabajado en otros proyectos de Cormagdalena y ONF Andina en la temática de interpretación de imágenes de sensores remotos.
- ONF Internacional: Este organismo intervino de manera puntual, asegurando el buen funcionamiento del grupo de trabajo y el cumplimiento de los objetivos iniciales.

Etapa II

Esta etapa consistió principalmente en la adaptación de la nomenclatura, la selección de las zonas piloto y la producción de la capa de coberturas de la tierra.

- Adaptación de la Nomenclatura

Se adaptó para Colombia la nomenclatura de cobertura utilizada en el programa europeo Corine Land Cover. Para esto se partió de las siguientes premisas:

- Los dos primeros niveles de la nomenclatura europea deben ser respetados. El tercer nivel es el nivel que puede adaptarse, pudiéndose llegar hasta un cuarto nivel si es necesario.
- Las componentes de esta nomenclatura deben poder ser distinguidas con los productos de sensores remotos que van a utilizarse (imágenes Landsat ETM).

- Los diferentes ítems deberán designar unidades de territorio con unas dimensiones mínimas acordes con este sensor. Se fijó como superficie mínima de mapeo 25 ha y una anchura mínima de 50 metros en elementos lineales.

2.11.4. Nomenclatura Corine Land Cover adaptada

La nomenclatura presentada corresponde a la nomenclatura hecha durante la fase piloto del proyecto. Esta nomenclatura puede ser modificada durante la fase de producción, según el uso que se va a hacer de cada clase. Sin embargo, ninguna modificación se puede hacer en los niveles 1 y 2, coherencia con la nomenclatura de Europa y América Central (Figura 4).

2.12. Conflictos de uso de la tierra

Es el resultado de la discusión de información ,intereses o valores entre el uso actual y el uso potencial de la tierra referidos a cuestiones relacionadas con el acceso ,disponibilidad y calidad de vida en un sitio se genera se genera un conflicto de uso de la tierra (GUARACHI, 2001).

Los conflictos de uso del suelo, se presentan cuando hay discrepancia entre el uso que debería tener el suelo, de acuerdo con su oferta ambiental y aquella que está expuesto por las actividades humanas (IGAC y CORPOICA, 2002). El conflicto por uso del suelo se define como la magnitud de la diferencia existente entre la oferta productiva del suelo y las exigencias del uso actual del mismo; tales diferencias se definen como conflictos. Para establecer niveles o grados de conflicto basta comparar el mapa de oferta

productiva del suelo o uso potencial con el de uso actual (EOT, 2004). De dicha comparación pueden resultar tres situaciones.

- **Nomenclatura CLC adaptada**

LEYENDA NACIONAL DE COBERTURAS DE LA TIERRA - COLOMBIA	
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES
1.1. Zonas urbanizadas	3.1. Bosques
1.1.1. Tejido urbano continuo	3.1.1. Bosque denso
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	3.1.1.1. Bosque denso alto de tierra firme
1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	3.1.1.1.2. Bosque denso bajo de tierra firme
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	3.1.1.2.2. Bosque denso bajo inundable
1.2.3. Zonas portuarias	3.1.2. Bosque abierto
1.2.4. Aeropuertos	3.1.2.1.1. Bosque abierto alto de tierra firme
1.2.5. Obras hidráulicas	3.1.2.1.2. Bosque abierto alto inundable
1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	3.1.2.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme
1.3.1. Zonas de extracción minera	3.1.2.2.2. Bosque abierto bajo inundable
1.3.2. Zonas de disposición de residuos	3.1.3. Bosque fragmentado
1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	3.1.4. Bosque de galería y ripario
1.4.1. Zonas verdes urbanas	3.1.5. Plantación forestal
1.4.2. Instalaciones recreativa	3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva
2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS	3.2.1.1. Herbazal denso
2.1. Cultivos transitorios	3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado
2.1.1. Otros cultivos transitorios	3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado
2.1.2. Cereales	3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos
2.1.3. Oleaginosas y leguminosas	3.2.1.1.2.1. Herbazal denso inundable no arbolado
2.1.4. Hortalizas	3.2.1.1.2.2. Herbazal denso inundable arbolado
2.1.5. Tubérculos	3.2.1.1.2.3. Arracachal
2.2. Cultivos permanentes	3.2.1.1.2.4. Helechal
2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	3.2.1.2. Herbazal abierto
2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos	3.2.1.2.1. Herbazal abierto arenoso
2.2.1.2. Caña	3.2.1.2.2. Herbazal abierto rocoso
2.2.1.3. Plátano y banano	3.2.2.1. Arbustal denso
2.2.1.4. Tabaco	3.2.2.2. Arbustal abierto
2.2.1.5. Papaya	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición
2.2.1.6. Amapola	3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	3.3.1. Zonas arenosas naturales
2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arbustivos	3.3.2. Afloramientos rocosos
2.2.2.2. Café	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas
2.2.2.3. Cacao	3.3.4. Zonas quemadas
2.2.2.4. Viñedos	3.3.5. Zonas glaciares y nivales
2.2.2.5. Coca	4. AREAS HÚMEDAS
2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos	4.1. Áreas húmedas continentales
2.2.3.1. Otros cultivos permanentes arbóreos	4.1.1. Zonas Pantanosas
2.2.3.2. Palma de aceite	4.1.2. Turberas
2.2.3.3. Citricos	4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
2.2.3.4. Mango	4.2. Áreas húmedas costeras
2.2.4. Cultivos agroforestales	4.2.1. Pantanos costeros
2.2.5. Cultivos confinados	4.2.2. Salitral
2.3. Pastos	4.2.3. Sedimentos expuestos en bajamar
2.3.1. Pastos limpios	5. SUPERFICIES DE AGUA
2.3.2. Pastos arbolados	5.1. Aguas continentales
2.3.3. Pastos enmalezados	5.1.1. Ríos (50 m)
2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales
2.4.1. Mosaico de cultivos	5.1.3. Canales
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	5.1.4. Cuerpos de agua artificiales
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	5.2. Aguas marítimas
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	5.2.1. Lagunas costeras
2.4.5. Mosaico de cultivos y espacios naturales	5.2.2. Mares y océanos
	5.2.3. Estanques para acuicultura marina

Fuente :IDEAM,IGAC y CORMAGDALENA ,2008

Figura 4. Unidades de coberturas de la tierra para la leyenda nacional, de acuerdo con la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia

Cuando existe discrepancia entre los usos actual y potencial o se presenta desequilibrio, debido a que el uso actual no es el más adecuado, causando erosión y degradación de las tierras, se evidencian los conflictos de uso (ZEEOT – REGIÓN CAJAMARCA, 2011). En esa lógica, resultan las siguientes situaciones:

Uso correcto o conforme, indica que el suelo está utilizado adecuadamente, situación que se define como equilibrio y significa que el uso existente en el suelo presenta exigencias iguales a las ofertas ambientales.

Conflictos por sobre uso o sobre utilizado, cuando el uso actual de una unidad de suelo, está por encima de la capacidad potencial de esa unidad de suelo.

Conflictos por sub uso o sub utilizado, cuando el uso actual está por debajo de la capacidad potencial de esta unidad de suelo.

2.13. Guía de clasificación de los parámetros edáficos

2.13.1. Topografía o relieve

2.13.1.1. Pendiente

– Pendientes cortas (laderas cortas)

Aquellas no mayores de 50 m, consideradas a partir del punto donde empieza a correr el agua hasta el extremo de menor nivel.

– **Pendientes largas (laderas largas)**

Aquellas mayores de 50 m, consideradas a partir del punto donde empieza a correr el agua hasta el extremo de menor nivel. Los rangos o clases de pendiente que se indican a continuación:

Cuadro 4. Clases de pendientes (%)

Pendientes cortas (laderas cortas)	Pendientes largas (laderas largas)
0 – 4	0 - 2
4 – 8	2 – 4
8 – 15	4 – 8
15 - 25	8 – 15
25 - 50	15 – 25
50 - 75	25 – 50
> 75	50 – 75
-	> 75

2.13.1.2. Microtopografía o microrelieve

Se refiere a las pequeñas diferencias de relieve, determinándose cuatro clases de configuración de la superficie o microrelieve del terreno.

Cuadro 5. Clases de microrelieve

Símbolo	Clase	Descripción
1	Plano	Ausencia de microondulaciones o microdepresiones.
2	Ondulado suave	Con micro ondulaciones muy espaciadas.
3	Ondulado	Con microondulaciones de igual anchura y profundidad.
4	Microquebrado o microaccidentado	Presentan micro ondulaciones más profundas que anchas.

2.13.2. Profundidad efectiva del suelo

Es el espesor de las capas del suelo en donde la raíces de las plantas pueden penetrar fácilmente en busca de agua y nutrientes. Su límite es inferior está dado por capas de arcillas muy densas, materiales consolidados por la acción química (Hardpanes de diferente naturaleza), materiales fragmentarios (grava, piedra o rocas) o napa freática permanente, que actúa como limitantes al desarrollo normal de las plantas.

Cuadro 6. Clases de profundidad efectiva

Profundidad Raíces (cm)	Clase
Menos de 25	Muy superficiales
25 - 50	Superficiales
50 - 100	Moderadamente profundo
100 - 150	Profundo
Más de 150	Muy Profundo

2.13.3. Fragmentos rocosos

Se refiere a las presencias de gravas, guijarros y piedras en el perfil edáfico, cuyos diámetros oscilan de 2 mm a 60 cm.

Cuadro 7. Clases de fragmentos rocosos

Símbolo	Clase
0	Libre o ligeramente gravoso. Contiene menos del 15% de fragmentos rocosos por volumen de suelo.
1	Moderadamente gravoso. Contiene 15 a 35% de fragmento rocoso por volumen de suelo.
2	Gravoso. Contiene 35 a 60% de fragmento rocoso por volumen de suelo.
3	Muy gravoso. Contiene más del 60% de fragmento rocoso por volumen de suelo.

2.13.4. Pedregosidad superficial

Se refiere a la proporción relativa de piedras de más de 25 cm. De diámetro que se encuentra en la superficie del suelo.

Cuadro 8. Clases de pedregosidad superficial

Símbolo	Clase
0	Libre a ligeramente pedregoso. No interfiere con la labranza. Las piedras o pedrejones cubren entre 0.01 a 0.1% de la superficie. Las piedras ocasionales se encuentran a distanciamiento > 20 m.
1	Moderadamente pedregoso. Presencia de piedras que dificultan la labranza. Requieren de labores de desempiedro para cultivos transitorios. Las piedras o pedregones se distancian entre 3 y 20 m.
2	Pedregoso. Presencia de piedras en cantidad suficiente para impedir cultivos transitorios, pero permiten la siembra de cultivos perennes. Las piedras o pedrejones cubren entre 3 y 15 % de la superficie.

Cuadro 8. Continuación

Símbolo	Clase
3	Muy pedregoso. Presencia de piedras en cantidad suficiente para impedir toda posibilidad de cultivo económico, pero permite el pastoreo o extracción de madera. Las piedras o pedrejonas entre 15 y 50% de la superficie. Las piedras se distancian entre 0.5 y 1m
4	Extremadamente pedregoso. Presencia de piedras en cantidad suficiente para impedir todo uso económico inclusive ganadero y producción forestal. Las piedras o pedrejonas se distancian menos de 0.5 m.

2.13.5. Drenaje

Es la rapidez y grado con que el agua es removida del suelo en relación con el escurrimiento superficial y el movimiento de las aguas a través del suelo hacia los espacios subterráneos.

Cuadro 9. Clases de drenaje

Símbolo	Clases
A	Excesivo. El agua es removida del suelo muy rápidamente. Los suelos en esta clase de drenaje son arenas y muy porosos, áreas muy empinadas (escarpadas) o ambos; pueden incluir sub grupos líticos.
B	Algo excesivo. El agua es removida con facilidad pero no rápidamente. Esta clase de drenaje incluye suelos porosos, de permeabilidad moderadamente rápida y/o escurrimiento rápido, área empinada o ambos. El solum está normalmente libre de moteaduras y gley.
C	Bueno. El agua es removida con facilidad pero no rápidamente. Incluye generalmente suelos de textura media. Puede haber moteaduras de gley en la parte del inferior C o a profundidades mayores.
D	Moderado. El agua es removida del suelo algo lentamente, de tal manera que el perfil este mojado por un periodo pequeño, pero significativo de tiempo.

Cuadro 9. Continuación

Símbolo	Clases
E	Imperfecto. El agua es removida lo suficientemente lenta como para mantenerlo mojado por periodos significativos, pero no todo el tiempo. Por ejemplo suelos de mapa alta, capa poco permeable superficial. A menudo hay moteaduras de gley la parte inferior del horizonte A o inmediatamente debajo de este.
F	Pobre. El agua es removida del suelo lentamente que el suelo permanece mojado por un largo periodo de tiempo. Por ejemplo, suelos de napa alta, capa poco permeable superficial, filtraciones, áreas ligeramente depresionadas.
G	Muy pobre. El agua es removida del suelo tan lentamente que una lámina de agua permanece en la superficie casi todo el año, impidiendo el desarrollo de las plantas mesofíticas .Los suelos se encuentran en áreas planas o depresionadas y están frecuentemente inundadas.

2.13.6. Erosión hídrica

Erosión es el desprendimiento, transporte y disposición del material del suelo por el escurrimiento superficial

Cuadro 10. Clases de erosión hídrica

Grado de erosión	Descripción
Muy ligera	Se observa síntoma de erosión difusa que se caracteriza por una remoción y arrastre imperceptible de partículas de suelo
Ligera	Se observa síntomas de erosión laminar, caracterizado por la remoción y arrastre laminar casi imperceptible de partículas de suelo y presencia de canalículos. Ausencia de surcos y cárcavas.
Moderada	Se observa síntomas de erosión a través de la existencia de regular cantidad de surcos. Ausencia o escasez de cárcavas.
Severa	Presencia abundante de surcos y cárcavas no corregibles por las labores de cultivo.
Extrema	Suelos prácticamente destruidos o truncados. Presencia de muchas cárcavas que en conjunto conforman los "bladands"

2.13.7. Riesgo de anegamiento o inundación fluvial

Cuadro 11. Clases de inundación

Símbolo	Descripción
0	Sin riesgo o peligro de inundación. Incluye años de inundación muy excepcionales y por breve duración.
1	Inundación ligera. El anegamiento es de poca profundidad y por periodos cortos en ciertos meses de todos o algunos años. Permite cultivos tanto perennes como estacionales.
2	Inundación moderada. El anegamiento es de gran profundidad y por periodos moderadamente prolongados en todos los años. Esto hace muy difícil o imposible el uso del suelo para cultivos perennes, permitiendo sin embargo, el cultivo estacional de algunas plantas en cultivos en limpio o pastos.
3	Inundación severa. El anegamiento es profundo y frecuente, por periodos muy prolongados que no permiten la instalación de ningún cultivo o el cultivo de pastos continuado.
4	Inundación extrema. De duración casi permanente.

2.13.8. Salinidad y/o sodicidad

Cuadro 12. Clases de salinidad y/o sodicidad

Símbolo	Descripción
0	Libres a muy ligeramente afectado de exceso de sales y sodio. Prácticamente ningún cultivo se encuentra inhibido en su crecimiento o muestra daños provocados por excesos de sales o sodio. Los suelos muestran conductividad eléctrica inferior a 4 dS/m. El porcentaje de sodio es menor del 4 %.
1	Ligeramente afectados por sales y sodio. El crecimiento las especies sensibles está inhibido, pero las plantas tolerantes pueden subsistir. La conductividad eléctrica varía de 4 a 8 dS/m. El porcentaje de sodio es de 4 a 8 %.

Símbolo	Descripción
2	Moderadamente afectados por sales y sodio. El crecimiento de los cultivos está inhibido y muy pocas plantas pueden desarrollar adecuadamente. La conductividad eléctrica varía de 8 a 16 dS/m. El porcentaje de sodio entre el 8 a 15 %.
3	Fuertemente afectados por sales y sodio. No se puede cultivar económicamente. La conductividad eléctrica es de mayor de 16 dS/m. El porcentaje de sodio sobrepasa el 15 %.

2.13.9. Fertilidad del suelo

Relacionada con el contenido de macro nutrientes: materia orgánica (nitrógeno), fósforo y potasio de la capa superficial del suelo, hasta 30 cm de espesor. Su valor alto, medio o bajo se determina aplicándose la ley del mínimo, ello quiere decir que es definida por el parámetro que presenta el menor valor.

Cuadro 13. Clases de fertilidad natural

Símbolo	Descripción
1	Fertilidad Alta. Todos los contenidos de Materia orgánica, fósforo y/o potasio son altos.
2	Fertilidad Media. Cuando alguno de los contenidos de Materia orgánica, fósforo y/o potasio es medio y los demás son altos.
3	Fertilidad Baja. Cuando por lo menos uno de los contenidos de Materia orgánica, fósforo y/o potasio es bajo.

2.14. Antecedentes sobre caracterización de suelos

JIMÉNEZ (1998) realizó un trabajo acerca de un estudio de suelos semidetallado en el distrito de La Asunción, Cajamarca; específicamente en la microcuenca del río La Asunción, provincia y departamento de Cajamarca, en la sierra norte del Perú, las clases de capacidad de uso potencial de los suelos encontrados son: clase III (tierras arables aptas para cultivos) con 84.42 ha; que hacen el 0.93 %; clase IV (tierras arables aptas para cultivos) con 685.70 ha; que hacen el 7.58 % ; clase VI (tierras generalmente no arables aptas para cultivos permanentes: frutales, pastos y forestales) con 1342.80 ha, que hacen el 14.85 %; clase VII (Tierras marginales para la agricultura, aptas solo para pastoreo extensivo y forestales) con 3,030.16 ha, que hacen el 33.50 %; clase VIII (tierras sin uso agropecuario, ni forestal) con 3,889.12 ha, que hacen el 42.99 %; otros (zona urbana) con 13.80 ha, que hacen el 0.15 % y todos suman el total de 9046.00 ha. y en conjunto promedian el 100.00 %. Las principales limitaciones de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales en la zona estudiada son: la falta de agua para riego, sequías prolongadas y algunas características de los suelos como pendientes empinadas, escasa profundidad efectiva, alto porcentaje de piedras, erosión severa y presencia de capas duras costras calcáreas que limitan la profundidad efectiva y el desarrollo de los cultivos.

IIAP (1992) realizó el estudio semidetallado de suelos y su respectiva interpretación práctica, en términos de capacidad de uso, realizado en el sector comprendido entre el río Tamshiyacu y la localidad de Indiana. De

acuerdo a la clasificación de tierras por capacidad de uso mayor, se ha determinado lo siguiente: tierras aptas para cultivo en limpio con 12,969.11 ha, que hacen el 18.50 %; tierras aptas para cultivo permanente con 17,442.56 ha, que hacen el 24.90 %; tierras aptas para pastos con 2,619.92 ha, que hacen el 3.83 %; tierras aptas para producción forestal con 1,492.07 ha, que hacen el 2.13 %; tierra de protección con 13,851.11 ha, que hacen el 19.77 % y todos suman el total de 48,374.77 ha, y en conjunto promedian el 100.00 %.

OTÁROLA (2011) realizó la caracterización de suelos de la microcuenca Picuroyacu ubicada en el departamento de Huánuco, provincia de Leoncio Prado, del distrito Rupa Rupa, en un área total de 2,242.56 hectáreas. De acuerdo a la clasificación de tierras por capacidad de uso mayor determinó lo siguiente: 52.28 ha (2.33 %) tierras aptas para cultivo limpio (A); 155.11 ha (6.92 %) tierras aptas para cultivo permanente (C); 369.36 ha (16.47 %) tierras aptas para pastos (P); 949.54 ha (42.34 %) tierras aptas producción forestal (F) y 563.43 ha (25.12 %) tierras de protección (X). Asimismo las formas de uso actual se tuvieron como base las sub áreas para identificar conflictos de tierras con los resultados obtenidos de la determinación de capacidad de uso mayor y el uso actual, donde se determinó: 623.91 ha (27.82 %) tierras con uso correcto; 551.87 ha (24.61 %); tierras sub utilizadas, 822.19 ha (36.66 %) tierras sobre utilizadas y 244.59 ha (10.91 %) pertenecen a centros poblados.

RIVERA (2013) realizó la investigación se ejecutó en la parte alta de la microcuenca Río Azul, ubicado en el distrito Hermilio Valdizán, provincia Leoncio Prado, departamento de Huánuco, con la finalidad de comparar el uso

actual con la capacidad de uso mayor de tierras y de esta manera determinar los conflictos que en ellos se encuentren, en base al Reglamento de capacidad de uso mayor (D.S. N° 017 - 2009 - AG), se delimitó la parte alta de la microcuenca, con un área de 6,037.66 ha y se elaboraron los mapas de pendiente, fisiográfico, capacidad de uso mayor, uso actual de tierras y conflictos de uso. Se encontró los siguientes grupos de capacidad de uso mayor: 3,735.09 ha de tierras aptas para cultivos permanentes, 1,466.13 ha de tierras de protección y 758.05 ha de tierras aptas para producción forestal. Asimismo, el uso actual presentó: 2,214.05 ha de tierras con cultivos permanentes (café - plátano, café – guaba y té); 1,826.46 ha de tierras con bosque secundario y purmas; 1,631.87 ha de tierras con bosque primario. Luego de realizar la superposición entre la capacidad de uso mayor con el uso actual de la tierra se encontró: 3,265.62 ha de uso correcto; 2,039.81 ha de conflicto por sub uso y 613.03 ha de conflicto por sobre uso. Se demostró, que las tierras de la parte alta de la microcuenca Rio Azul, en su mayoría, están siendo usadas dentro de su capacidad de uso mayor de acuerdo a los resultados obtenidos, se propone y recomienda para el cultivo de café, debido a su baja fertilidad, realizar y aplicar un plan de abonamiento para elevar la productividad, teniendo en cuenta conservar la fertilidad, incorporando materia orgánica al suelo. Debido a las fuertes pendientes, es necesario implantar métodos de conservación de suelos, tales como plantaciones en curva de nivel, cultivar en surcos de contorno en las laderas y no en favor de la pendiente, bajo un sistema agroforestal, con manejo de coberturas vivas y muertas en el suelo, barreras vivas y muerta.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción de la zona de estudio

3.1.1. Ubicación y superficie

La investigación se realizó en la cuenca Bella con un área de 3463.49 ha y un perímetro de 29401.18 m, políticamente se ubicada en el distrito de Mariano Dámaso Beraún, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco; dentro de esta se encuentran asentadas 4 centros poblados: Bella, Melitón Carbajal Rio Oro, Bella Alta y Rio Tigre; asimismo el área de investigación abarca un área pequeña de la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Tingo María (394.9 ha), geográficamente se encuentra en la parte centro oriental del país y presenta las siguientes coordenadas UTM 386109 E, 8968114 N y una altitud de 722 msnm en la desembocadura (Ver anexo 5).

3.1.2. Características climáticas

Predomina el clima cálido y húmedo con una precipitación de 3200 mm al año, con periodo de máxima precipitación entre los meses de octubre a marzo y mínima entre los meses de junio a agosto. La temperatura promedio anual de 25 °C, con leves descensos en los meses de junio, julio y agosto.

3.1.3. Fisiografía

De manera general la cuenca Bella está conformado por subpaisajes y unidades fisiográficas tales como: terrazas altas (plana y ondulada), terraza baja inundable, colinas altas (moderadamente y fuertemente disectada), colinas bajas (moderadamente y ligeramente disectada), montañas bajas.

Cuadro 14: Superficie de las unidades fisiográficas de la cuenca Bella

Sub Paisaje	Unidades Fisiográfica	Superficie	
		ha	%
Terraza alta	Plana	99.62	2.88
	Ondulada	212.34	6.13
Terraza baja	Inundable	143.79	4.15
Colina alta	Moderadamente disectada	452.93	13.08
	Fuertemente disectada	66.15	1.91
Colina baja	Moderadamente disectada	288.14	8.32
	Ligeramente disectada	70.57	2.04
Montaña baja	Montaña baja	2129.94	61.50
Total		3463.49	100%

3.1.4. Ecología

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo y el diagrama bioclimático de HOLDRIGE (1987), la cuenca Bella se encuentra dentro de la zona ecológica: Bosque muy Húmedo – Premontano Tropical (bmh - PT); (Ver anexo 5).

3.1.5. Hidrología

La cuenca hidrográficamente está constituida por la bifurcación de dos afluentes el río Tigre y el río Oro para conformar la principal cuenca que es afluente de la cuenca del río Monzón.

3.1.6. Accesibilidad

La accesibilidad a la cuenca Bella, es vía terrestre por la carretera Tingo María - centro poblado Monzón, se encuentra a 15 - 20 minutos de la ciudad de Tingo María, el acceso es con todo tipo de vehículos de transportes, y las vías para llegar a los caseríos es por una carretera afirmada.

3.2. Materiales

3.2.1. Material cartográfico

- Empalme N° 19k de la Carta Nacional digitalizada elaborada por el IGN a una escala de 1/100 000, con curvas distanciadas cada 40 m de desnivel.
- Imagen satelital Lansad 8, SAS PLANET y Rapid Eye.
- Zonas de vida digitalizada por el GOREHCO - ZEE.

3.2.2. Materiales de campo

Entre los materiales de campo se utilizaron barreno, pico y palas para la apertura de las calicatas, machete, cuchillo para la toma de muestras, bolsas de polietileno, stickers para el almacenamiento, traslado y rotulación de las muestras, regla, wincha metálica de 8 m marca Stanley, eclímetro, escalímetro, probeta, ficha de caracterización de suelos y libreta de campo.

3.3. Equipos

GPS marca Garmin 62 SCx , Balanza analítica y digital, estufa, pH-metro, conductímetro, dispersador eléctrico, espectrofotómetro de absorción atómica, brújula marca BRUNTON, cámara digital marca SONY 10 megapíxeles y Laptop HP COREL i3.

3.4. Metodología

La metodología de la investigación tiene un carácter “descriptivo y analítico” por la naturaleza del tema, busca calificar la susceptibilidad del Uso Actual de la Tierra confrontada con la Capacidad de Uso Mayor de la Tierra del área de estudio, detallando las variables a intervenir:

3.4.1. Parámetros morfométricos de la cuenca Bella

La caracterización de los parámetros morfométricos de la cuenca Bella se realizó tomando en consideración: curvas de nivel y ríos, que nos sirvieron para detallar los principales parámetros que se describen a continuación (Ver anexo 5).

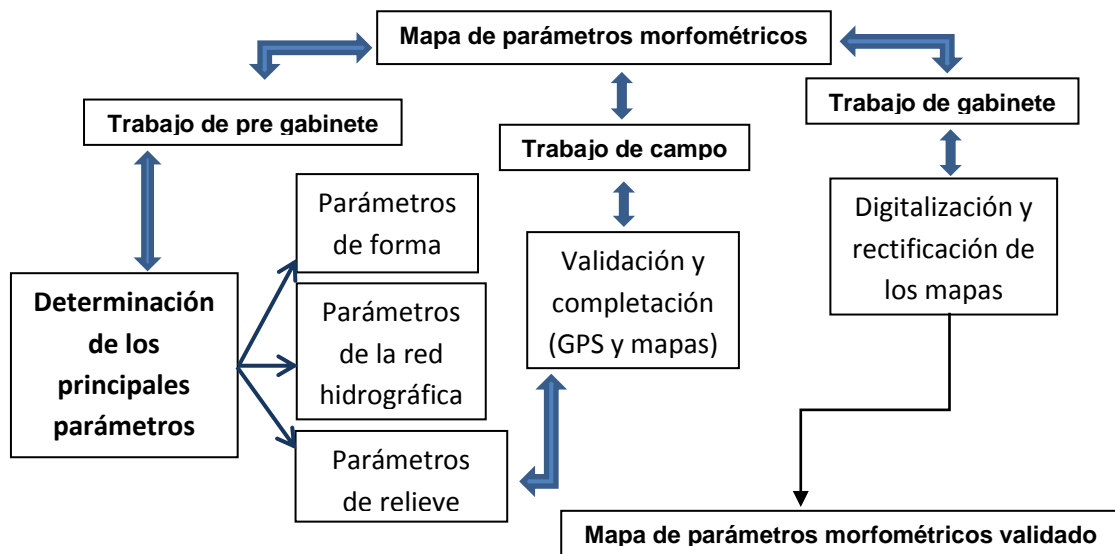


Figura 5. Diagrama metodológico para la elaboración del mapa de parámetros morfométricos de la cuenca Bella

- Parámetros de forma

Se determinó los datos importantes como la superficie, perímetro, longitud y ancho de la cuenca hidrográfica en el programa ArcGis 10.3, que sirvieron para obtener los parámetros de forma, las fórmulas empleadas (VILLON, 2002).

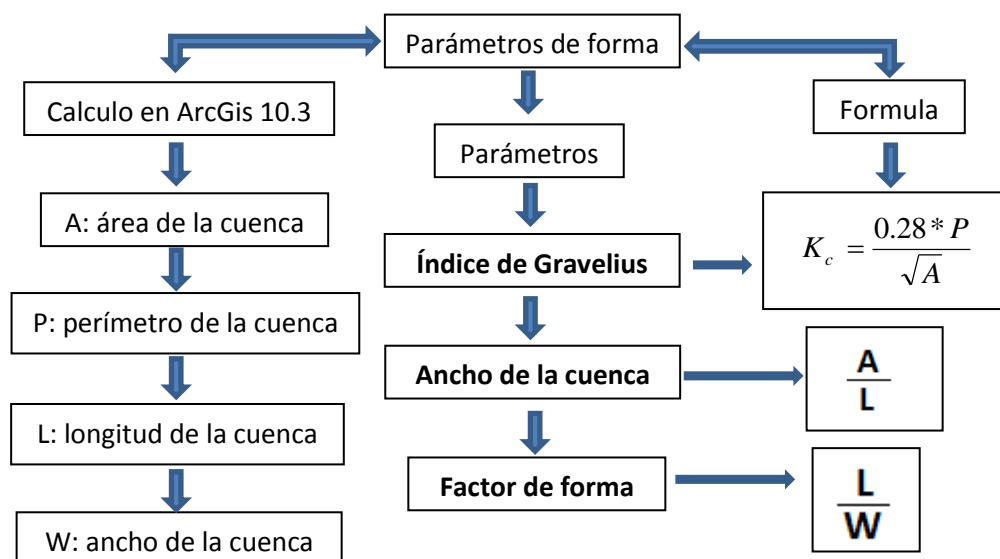


Figura 6. Diagrama metodológico para la determinación de parámetro de forma

- Parámetros de la red hidrográfica

Se determinó la densidad de drenaje siguiendo la metodología propuesta por (FUENTES, 2004 y VILLON, 2002), el mismo que nos permitió saber las limitantes por drenaje dentro de la subclase de Capacidad de Uso Mayor de la Tierra.

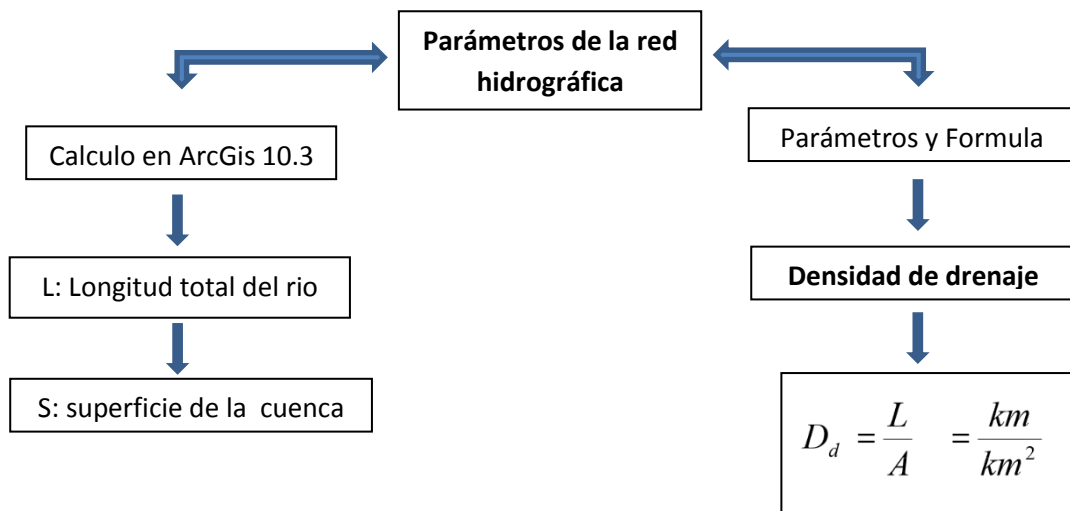


Figura 7. Diagrama metodológico para la determinación de la densidad de drenaje

- Parámetros de relieve

Para determinar los parámetros de relieve primero se determinó la pendiente de la cuenca y el cauce estuvieron detallados por el desnivel de cotas divididas entre la longitud de la cuenca y la longitud del rio; la curva hipsométrica o hipsográfica se calculó teniendo en cuenta las áreas parciales entre curvas de nivel, estos mismos datos servirán para el rectángulo equivalente indispensable para constatar el potencial erosivo, estado de equilibrio, así como también las fases de la vida de la cuenca.

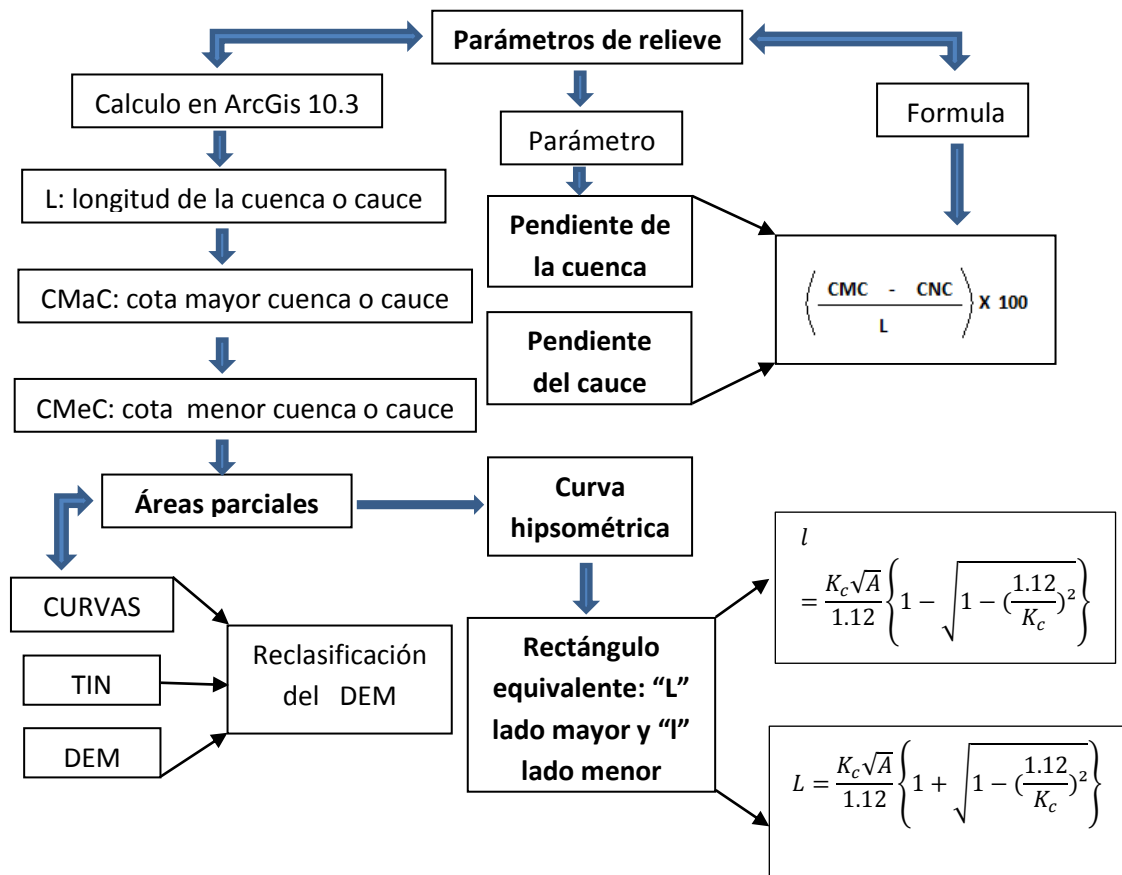


Figura 8. Diagrama metodológico para la determinación de los parámetros de relieve.

3.4.2. Clasificación de tierra por su capacidad de uso mayor

- Identificación del lugar

Se realizó el reconocimiento de la cuenca, previa coordinación con las autoridades de los diferentes caseríos del lugar. Asimismo; como la validación de las características morfométricas, fisiográficos a través de los mapas temáticos de la zona de estudio y campo.

- **Determinación de número de muestras**

Para ello se tomó como punto de partida el mapa base de la cuenca, se identificó las áreas por unidades fisiográficas y se calculó el número de muestras por cada una de estas unidades fisiográficas que para nuestro caso fueron 8.

- **Muestreo de suelos y registro de datos**

El muestreo de los suelos se realizó través de una calicata con medidas de 1 m x 0.8 m x 1.20 m por cada unidad fisiográfica con lecturas e interpretación del perfil del suelo, se recolectaron las muestra por cada horizonte que presentó el perfil del suelo extrayendo de ella aproximadamente un kilogramo de suelo, el mismo que fue embolsado y etiquetado por cada horizonte, para posteriormente ser secado en un ambiente cerrado a temperatura del ambiente, para luego ser llevado al laboratorio de suelos de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, adscrita al departamento académico de Ciencias en Conservación de Suelos y Agua.

Con la finalidad de homogenizar las características edáficas, se realizó dieciséis (16) calicatas hasta 1.50 m de profundidad según las unidades fisiográficas encontradas (Cuadro 15). Se efectuó la lectura de los perfiles de cada calicata, tomando en consideración la guía del Reglamento de Clasificación de Tierras (D.S. N° 017-2009-AG), se anotaron a las características como: vegetación o cultivo, localidad material madre, número de horizonte y espesor, color del suelo, etc. Se tomaron las muestras respectivas

en un total 16 muestras de suelos para su posterior análisis en el laboratorio de suelos de la especialidad de Ing. en conservación de suelos y agua.

Cuadro 15. Número de calicatas según las unidades fisiográficas

Sub Paisaje	Unidades Fisiográfica	Nª Calicata
Terraza alta	Plana	2
	Ondulada	2
Terraza baja	Inundable	2
Colina alta	Moderadamente disectada	2
	Fuertemente disectada	2
Colina baja	Moderadamente disectada	2
	Ligeramente disectada	2
Montaña baja	Montaña baja	2
Total		16

- Análisis físico químico del suelo

Se determinaron los análisis físicos y químicos de acuerdo a los métodos establecidos en el Cuadro 16, en el gabinete de suelos perteneciente a la Facultad de Recursos Naturales Renovables adscrita a la Departamento académico de Ciencias en Conservación de Suelos y Agua, para su posterior interpretación y con los resultados se realizó la interpolación para representarlo cartográficamente la distribución de los nutrientes en toda la cuenca.

Cuadro 16. Indicadores de suelos y métodos de determinación

Indicadores	Metodología de determinación
Textura del suelo	Método del hidrómetro de Bouyoucos

Indicadores	Metodología de determinación
Materia orgánica	Método de Walkley y Black
Reacción del suelo (pH)	Método del potenciómetro relación suelo agua 1:1
Nitrógeno total	% M.O. x 0.05
Fósforo disponible	Método de Olsen Modificado. Extracto NaHCO ₃ 0.5 M, pH 8.5
Potasio disponible	Método del Ácido sulfúrico 6N
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	Método de Acetato de Amonio 1N. pH: 7.0 (suelos con pH > 5.5).
Calcio (Ca)	Absorción atómica
Magnesio (Mg)	Absorción atómica
Potasio (K)	Absorción atómica
Sodio (Na)	Absorción atómica
(CICe).	Desplazamiento con KCl 1 N (Suelos con pH < 5.5)
Aluminio más Hidrógeno	Método de Yuan
Calcio más magnesio	Método de E.D.T.A (Versenato)

Fuente: VÁZQUEZ (1997)

- Interpretación de los análisis de suelos

Para la interpretación de los resultados analíticos realizados en el gabinete de suelos y los parámetros físicos y químicos analizados se tomó en consideración la metodología propuesta por Fassbender (1975) citado por SANCHEZ (1981).

Cuadro 17. Normas para la interpretación de los análisis químicos

Tipo de análisis	Muy baja	Baja	Moderada	Adecuada	Alta	Muy alta
N (%)	< 0.05	0.05-0.10	0.10-0.15	-	0.15-0.25	>0.25

Tipo de análisis	Muy baja	Baja	Moderada	Adecuada	Alta	Muy alta
P (ppm)	<3	3 - 7	-	7 - 15	15 - 25	>25
CIC (cmol/kg)	<6	6 - 12	12 - 25	-	25 - 40	>40
SB (%)	<20	21 - 40	41 - 60	-	61 - 80	81 - 100
Ca (cmol/kg)	<2	2 - 5	5 - 10	-	10 - 20	>20
Mg (cmol/kg)	<0.50	0.50-1.50	1.50-4.00	-	4 - 8	>8
K (cmol/kg)	<0.10	0.10-0.20	0.20-0.40	0.40-0.70	0.70-1.20	>1.20
Na (cmol/kg)	<0.10	0.10-0.30	0.30-0.70	-	0.70-2.00	>2

Fuente: Fassbender (1975), citado por SANCHEZ (1981)

Para realizar la clasificación de suelos por su capacidad de uso mayor se elaboró distintos mapas temáticos tentativos que posteriormente fueron validados, mediante las bases para la elaboración del mapa de Capacidad de Uso Mayor y Conflictos de Uso del Suelo, tales como: Mapa base, microrelieve, pendiente, fisiográfico, erosión y ecológico.

3.4.3. Elaboración de mapas temáticos

- Elaboración de mapa base

Para la elaboración de mapa base se recopiló toda la información disponible del Instituto Geográfico Nacional (IGN) y la ZEE de GOREHCO, la información obtenida fueron curvas de nivel, ríos, centros poblados, centros

educativos y vías; todas estas información en un formato “shapefile” propias del ArcGis 10.3 (Figura 9).

- **Determinación de unidades de Microrelieve**

Para este caso se utilizó la metodología que hace referencia el Decreto Supremo N° 017-2009-AG; el cual permite determinar el mapa de microrelieve utilizando un modelo digital de elevación (DEM) generada a partir de la curvas de nivel proyectada en el datum WGS 84 Zona 18 S; con la ayuda del Software ArcGis 10.3 y el DEM se determinó las unidades de microrelieve existentes en la zona de estudio para posteriormente validarlo en campo y luego digitalizarlo en gabinete, logrando el resultado final el mapa de microrelieve validado (Figura 10); (ver anexo 5).

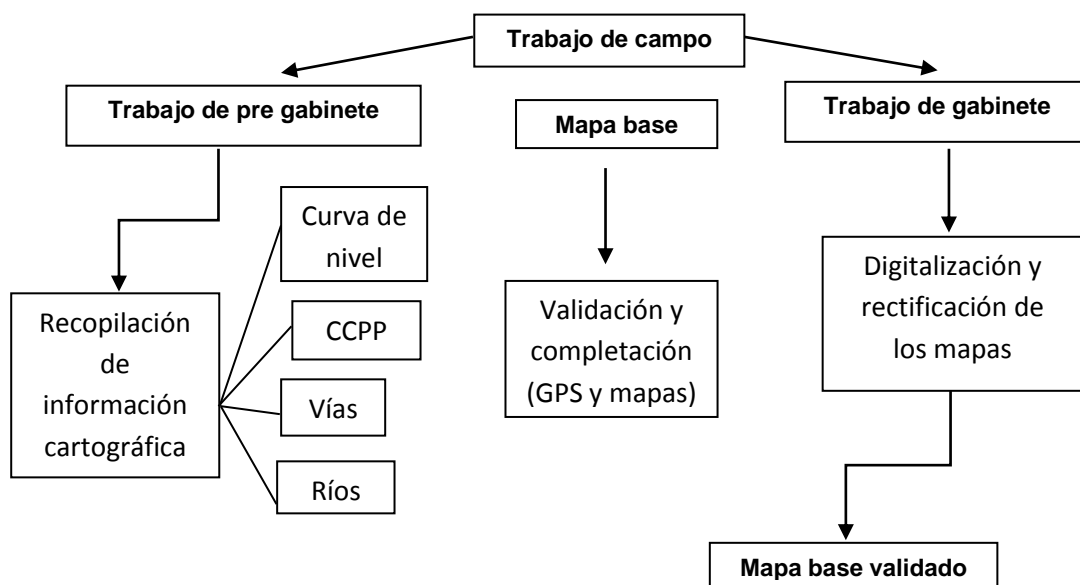


Figura 9. Diagrama metodológico para la reclasificación del mapa base

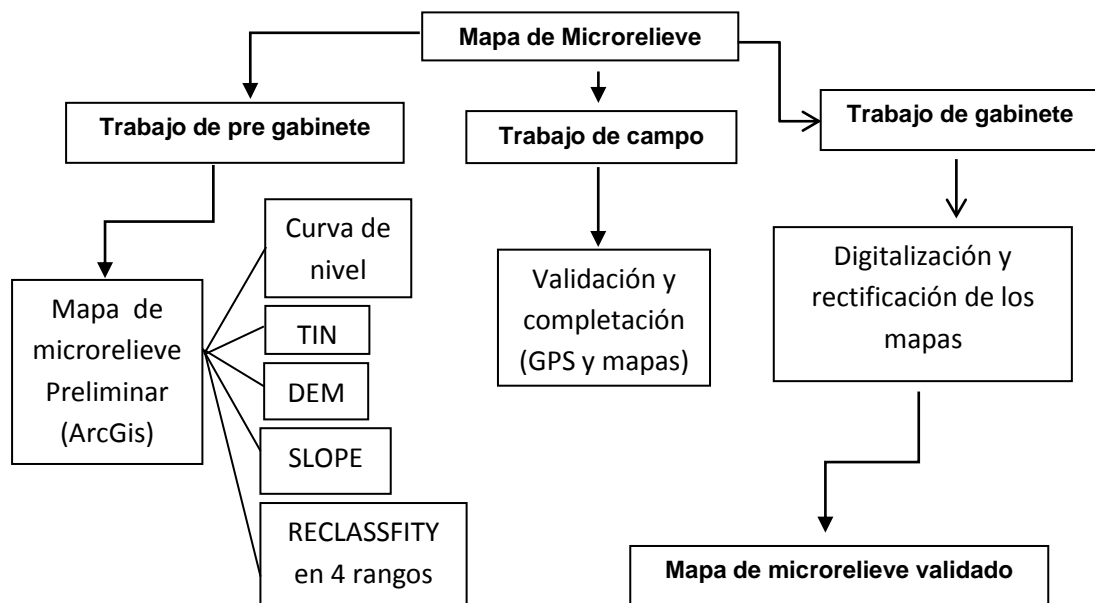


Figura 10. Diagrama metodológico para la reclasificación del mapa de microrelieve.

- **Elaboración de mapa de pendiente**

El mapa pendiente se elaboró de acuerdo al Decreto Supremo N° 017-2 009-AG, para lo cual se usó la carta nacional (curvas a nivel), apoyado en el Software ArcGis 10.3 específicamente con la herramienta reclasify donde se reclasifico de acuerdo a los rangos mencionados en el reglamento (Figura 11); (ver anexo 5).

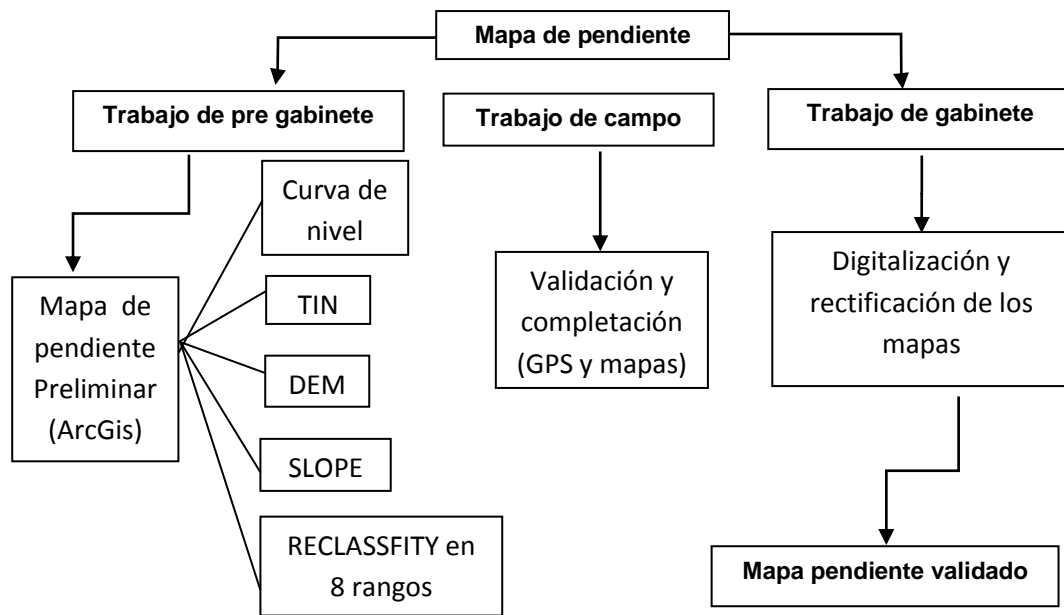


Figura 11. Diagrama metodológico del mapa de pendiente

- **Elaboración de mapa fisiográfico**

El mapa fisiográfico se determinó de acuerdo a las formas del relieve existente en la naturaleza, clasificando las formas de los paisajes y la relación con aspectos de la geología, clima e hidrología. Según los estudios de WALSH (2006), para lo cual se usó un DEM de altitud y un DEM pendiente, apoyado en el Software ArcGis 10.3 específicamente con la herramienta raster calculator se logró calcular las unidades fisiográficas (Figura 12); (Ver anexo 5).

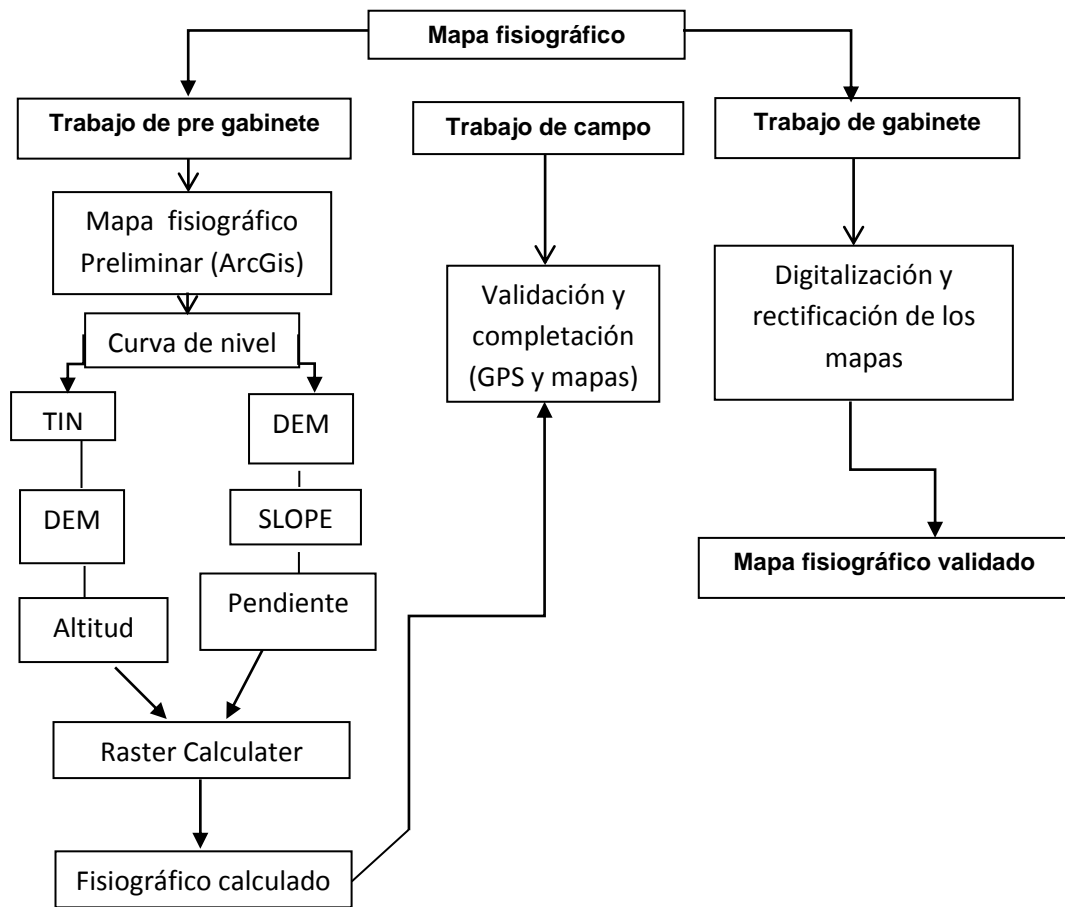


Figura 12. Diagrama metodológico del mapa fisiográfico

- Elaboración de mapa de erosión

Para la elaboración del mapa de erosión se trabajó con el modelo de pérdida de suelo modificado RUSLE donde las variables fueron: factor R, Factor K, factor LS y factor C. (Figura 13); (Ver anexo 5).

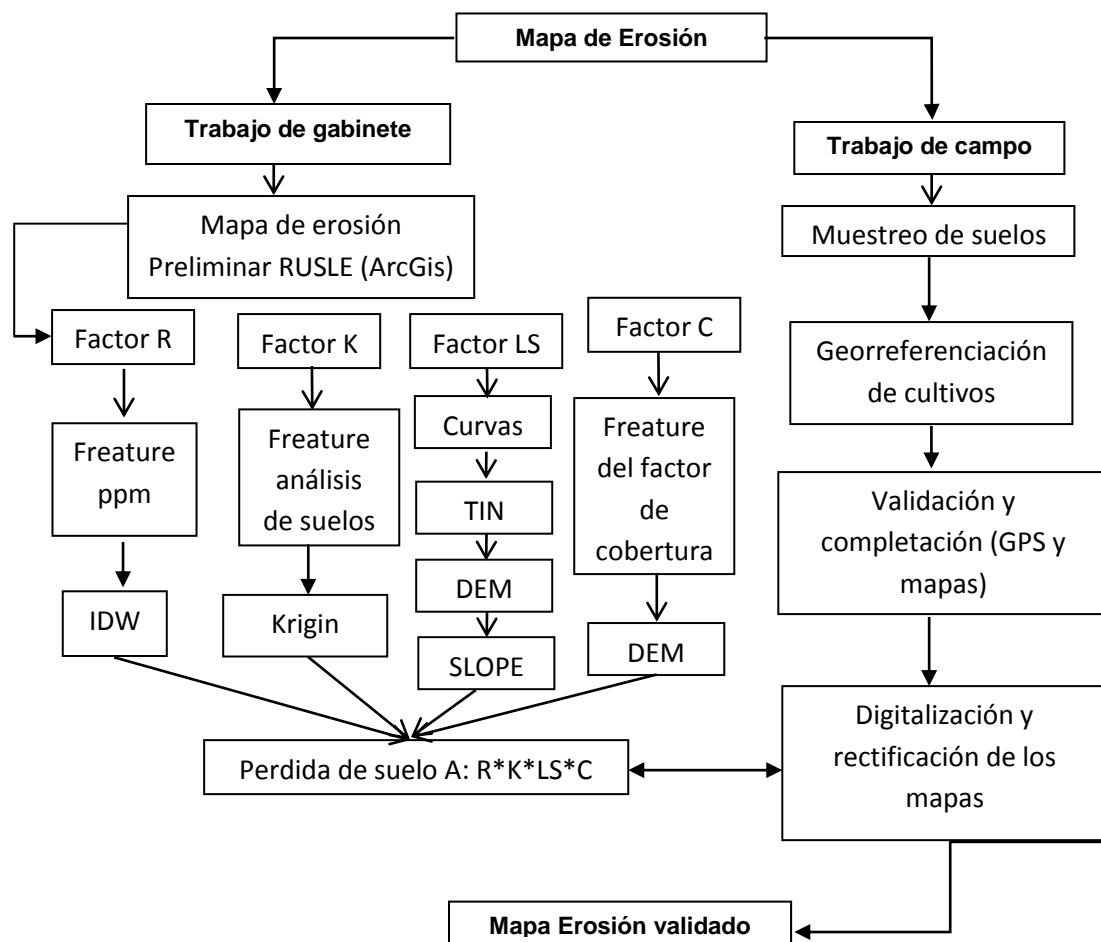


Figura 13. Diagrama metodológico del mapa erosión

El factor R se calculó con las precipitaciones acumuladas mensual en el año 2015 de la estación meteorológica Bella.

$$R = \sum_{i=1}^{i=12} p_i^2 / P$$

Donde,
i representa el número del mes
p representa la precipitación mensual en centímetros
P representa precipitación promedio anual en centímetros

Cuadro 18. Precipitación mensual acumulado del año 2015 (Estación Bella)

Mes	<i>i</i>	<i>i</i> ²	<i>p</i>	<i>p</i> ²	<i>p</i> ² / <i>P</i>
Enero	1	1	62.00	62.00	0.15
Febrero	2	4	57.84	231.36	0.54
Marzo	3	9	41.68	375.12	0.88
Abril	4	16	28.05	448.80	1.06
Mayo	5	25	48.10	1202.50	2.83
Junio	6	36	18.56	668.16	1.57
Julio	7	49	24.38	1194.62	2.81
Agosto	8	64	9.53	609.92	1.43
Septiembre	9	81	14.16	1146.96	2.70
Octubre	10	100	14.90	1490.00	3.50
Noviembre	11	121	36.15	4374.15	10.29
Diciembre	12	144	69.77	10046.88	23.63
P =			425.12	R =	51.40

El factor K se calculó mediante los parámetros edáficos de cada calicata como: Estructura, materia orgánica, y la clase de permeabilidad.

Cálculo del factor K	
$K = (2.713 \times 10^{-6}) (12 - Om) M^{1.14} + 0.0325 (s - 2) + 0.025 (p - 3)$	
Textura	: Arcillosa
■ % Ar	: Porcentaje de Arcilla :
■ % Ao	: Porcentaje de Arena :
■ % Lo	: Porcentaje de Limo :
■ Om	: Porcentaje de materia orgánica
■ M	: parámetro de fracciones finas [(% Limo + % arena muy fina) × (100 % - % arcilla)]
■ s	: Índice de estructura
■ p	: Clase de permeabilidad

Cuadro 19. Factor k por calicata

Detalles	Arena	Arcilla	Limo	M.O %	S	P	M	K
1	65.68	23.28	11.04	2.55	3	2	5886.0	0.52
2	73.68	15.28	11.04	6.41	2	3	7177.5	0.38
3	15.68	33.28	51.04	2.75	3	4	4451.6	0.42
4	39.68	27.28	33.04	7.33	2	2	5288.2	0.20
5	59.68	29.28	11.04	7.33	2	3	5001.3	0.21
6	33.68	23.28	43.04	4.89	3	3	5886.0	0.42
7	45.68	33.28	21.04	4.58	2	3	4451.6	0.29
8	27.68	51.38	21.04	0.61	2	3	2368.8	0.22
9	41.68	33.28	25.04	2.44	3	3	4451.6	0.41
10	39.68	39.28	21.04	4.27	3	3	3686.9	0.28
11	55.68	29.28	15.04	2.75	4	2	5001.3	0.45
12	63.68	23.28	13.04	3.97	4	2	5886.0	0.47
13	33.68	45.28	21.04	3.66	4	2	2994.3	0.25
14	61.68	23.28	15.04	5.8	3	3	5886.0	0.37
15	53.68	25.28	21.04	4.27	4	2	5583.1	0.43
16	53.68	23.28	23.04	5.5	3	3	5886.0	0.38

El factor LS se calculó mediante el mapa pendiente en porcentaje clasificado en nueve (rangos).

Cuadro 20. Unidad de factor de LS por pendiente.

Grupo de pendiente en %	Factor LS
0 a 3	0.3
3 a 12	1.5
12 a 18	3.4
18 a 24	5.6
24 a 30	8.7
30 a 60	14.6
60 a 70	20.2
70 a 100	25.2
> 100	28.5

El factor C se estableció de acuerdo a las características hidrológicas, geomorfológicas, y cobertura vegetal

Cuadro 21. Valores de C reportados por ROOSE (1977) en Africa Occidental

Uso de la Tierra	Valor promedio anual de C
Suelo desnudo	1
Bosque denso o cultivos con mucho espesor	0.001
Sabana o pastizales sin pastoreo	0.01
Cultivos de cobertura. Siembra tardía desarrollo lento	.
Primer año	0.3 - 0.9
Segundo año	0.1
Cultivo de cobertura de desarrollo rápido	0.1
Maiz sorgo	0.4 - 0.9
Arroz (cultivo intensivo, segundo ciclo)	0.1 - 0.2
Algodón, tabaco (segundo ciclo)	0.5
Mani, soya	0.4 - 0.8
Yuca (primer año)	0.2 - 0.8
Palma, café, coco con cultivos	.

- **Elaboración de mapa ecológico**

La elaboración del mapa ecológico se realizó de acuerdo a la clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo y el diagrama bioclimático de HOLDRIGE (1987), la cuenca Bella se encuentra dentro de la zona ecológica: Bosque muy Húmedo – Premontano Tropical (bmh - PT).

- **Determinación del grupo de capacidad de uso mayor**

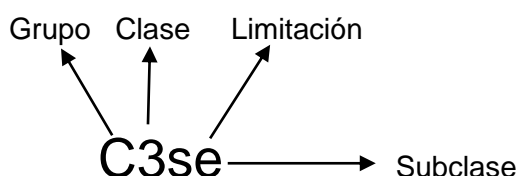
Se utilizó la clave 14 del reglamento de clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor del Ministerio de Agricultura del Perú aprobado por Decreto Supremo N° 017- 2009 – AG en función a la zona de vida que corresponde. Se realizó la comparación de los datos del suelo con los requerimientos de cada uso potencial, para calificar los valores correspondientes a cada parámetro; si cumple con los valores de todas las columnas, nos indica que corresponde al grupo encontrado.

- **Determinación de la clase de capacidad de uso mayor**

La clase o calidad agroecológica alta, media y baja, con números arábigos (1, 2 y 3) fue definida con la interpretación de los análisis de suelos y teniendo en cuenta el tipo y grado de limitaciones de suelo que definen esta categoría.

- **Determinación de la sub clase de capacidad de uso mayor**

La subclase fue definida por las limitaciones edáficas, topográficas o climáticas que determinaron la clase, por suelo, erosión pendiente, inundación, drenaje, clima, etc., Gráficamente, esta simbología se esquematiza en la forma siguiente:



Simbología para la nomenclatura de la CUM según Decreto Supremo N° 017 – 2009 – AG.

3.4.4. Determinación del mapa de uso actual de tierras

Las unidades de Uso Actual de la Tierra se determinaron a partir de la Imagen Satelital comercial Lansad 8, RapidEye y puntos de control de los cultivos que se obtuvo en campo, proyectadas en el Datum WGS 84 Zona 18 S. Con la ayuda del Software ArcGis 10.3 se determinó las unidades de UAT donde se interpretó la imagen de acuerdo a la coloración de los pixeles y se

unió en polígonos dándole un nombre preliminar a la cobertura existente (Figura 14).

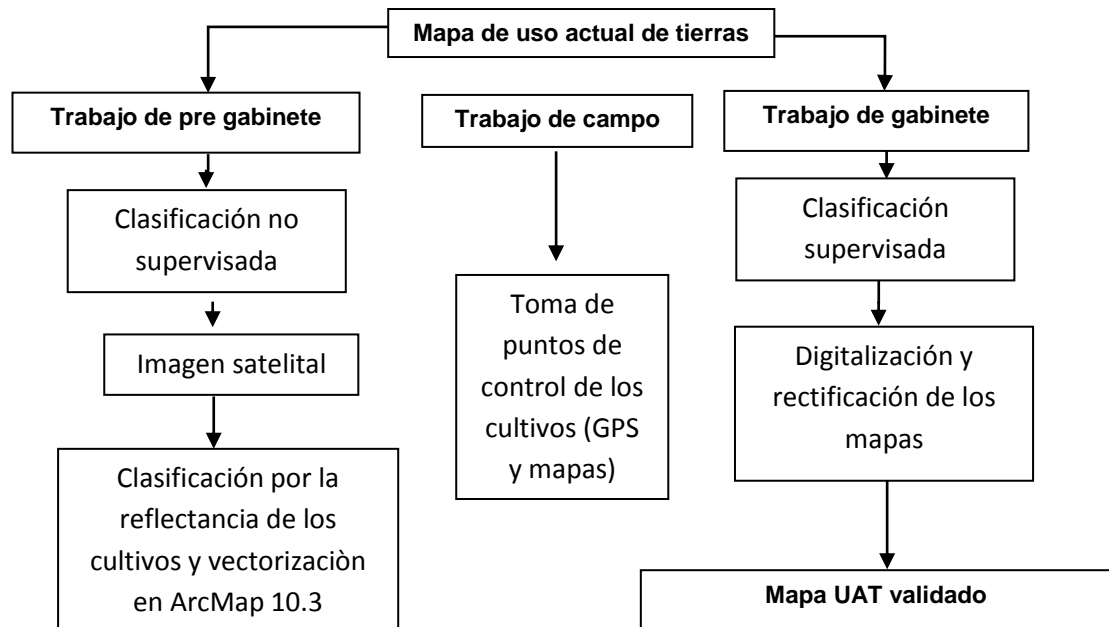


Figura 14. Diagrama metodológico del mapa de UAT

La clasificación de Uso Actual de la Tierra se ha efectuado de acuerdo al sistema de clasificación de nueve categorías básicas de la Unión Geográfica Internacional (UGI), el método de la FAO citado por SHENG (1972) y por las unidades de cobertura vegetal analizadas por González 1993 citado por NAVARRETE (2004), las cuales se ha adecuado a la realidad de la zona, desdoblado estas categorías en unidades como café, cacao, coca, etc.

Cuadro 22. Clasificación de UAT adecuada a la realidad de la zona

N°	UGI	FAO	GONZALES	UAT Modificado
1	Centros Poblados y tierras no agrícolas	Agropastoril	Ciudades, pueblos	Centros Poblados
2	Horticultura	Agricultura extensiva	Rotación de cultivos	Cultivos anuales (yuca, maíz, frijol, etc.)
3	Arboles y otros Cultivos permanentes	Silvopastoril	Plantación forestal	Cultivos permanentes (Café, Cacao, Coca, Plátano, etc.)
4	Tierras de cultivo	Agrosilvopastoril	Renoval	Cultivos de pastos
5	Pastos mejorados permanentes	Silvopastoril con aprovechamiento forestal domestico	Matorral	Tierras de recuperación (Purmas y macorillas)
6	Praderas no mejoradas (pastos naturales)	Pastoril	Praderas	Tierras boscosas (Bosque primario y secundario)
7	Tierras boscosas	Silvopastoril en tierras erosionadas	Bosque nativo adulto	Otras Tierras (recreos turísticos, misceláneas)
8	Pantanos y ciénagas	Cuerpos de agua	Vagas	-
9	Tierras improductivas	Sin uso	-	-

- Georreferenciación de cultivos

Para la georreferenciación de cultivos, se tomó puntos de control en el campo con un GPS, para que esta georreferenciación resulte satisfactoria es necesario elegir de forma apropiada los puntos de control (en número, ubicación y distribución). Se trata, pues, de un proceso manual en el que se

requiere intervención humana en el campo y así ofrecer mayor exactitud en el proceso de clasificación de cobertura.

Para la obtención de este mapa final, se realizó un recorrido por el ámbito de influencia de la zona de estudio, teniendo como referencia la red vial y georreferenciando solo puntos de control de los cultivos de acuerdo al uso actual existente en el momento, como también el levantamiento de información secundaria mediante entrevistas a los pobladores con el fin de definir el uso de los cultivos.

3.4.5. Determinación de conflicto de usos de suelos

Los conflictos de usos suelos se determinaron comparando o superponiendo el mapa de uso actual de las tierras con el mapa de uso mayor. El resultado de este proceso permitió una comparación de usos de áreas: uso correcto, sub uso y sobre uso.

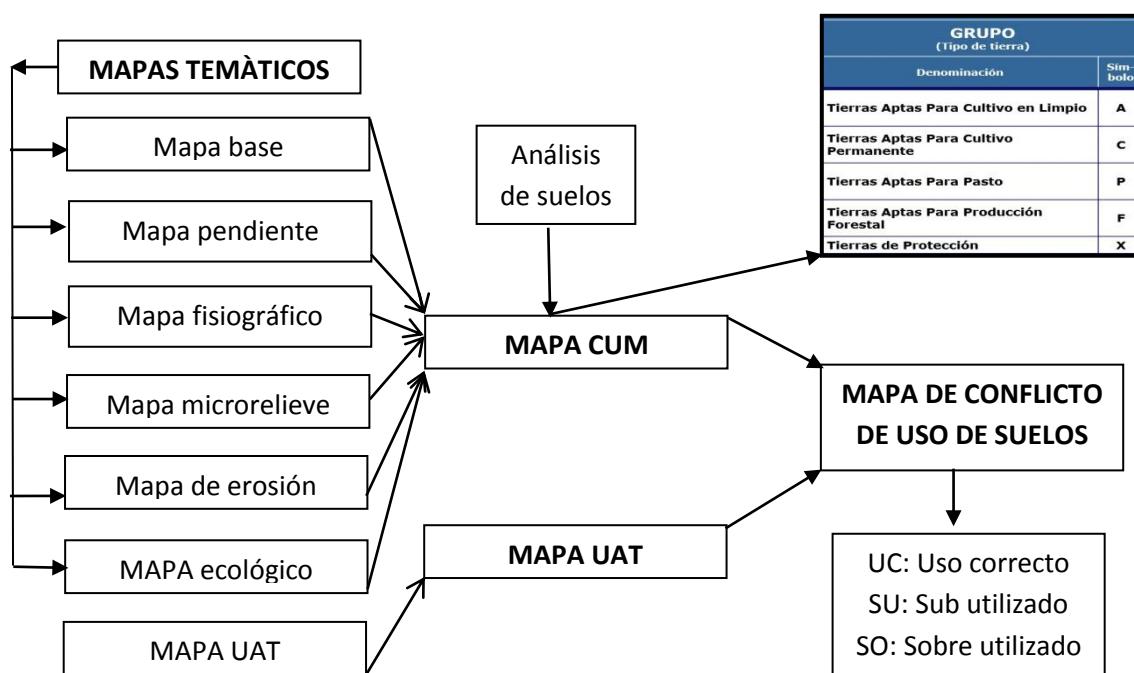


Figura 15. Diagrama metodológico del mapa de conflicto de uso de suelos

IV. RESULTADOS

4.1. Parámetros morfométricos más importantes de la cuenca Bella.

Los parámetros de forma fueron determinados mediante el índice de Gravelius 1.4, ancho de la cuenca 4.1 km y un factor de forma de 0.43; luego se determinó la densidad de drenaje 0.374 uno de los principales parámetro de la red hidrográfica de la cuenca; también se obtuvo los parámetros de relieve como pendiente de la cuenca 16.94% y la pendiente del cauce principal 11.89% (Cuadro 23); (ver anexo 5).

Cuadro 23. Parámetros morfométricos de la cuenca Bella

Principales parámetros	Valor	Unidad
Área de la cuenca	3463.49	Ha
Perímetro de cuenca	29.4	km
Longitud de cuenca	10.9	km
Longitud de cauce principal	9.6	km
Cota superior cuenca	1860	m.s.n.m
Cota inferior cuenca	680	m.s.n.m
Cota superior cauce	1760	m.s.n.m
Cota inferior cauce	680	m.s.n.m
Altura Promedio de la Cuenca	1270	m.s.n.m
Diferencia de desnivel de la cuenca	1640.4	m
Diferencia de desnivel del cauce	1475.0	m

Cuadro 23. Continuación

Principales parámetros	Valor	Unidad
Pendiente media cuenca	0.11	%
Pendiente media del cauce principal	0.11	%
Índice de compacidad o Gravelius	1.40	Adimensional
Factor de forma (F)	0.43	Adimensional
Densidad Drenaje	0.374	km/km ²
Rectángulo Lado Mayor (Km)	11.75	km
Rectángulo Lado Menor (Km)	2.95	km

La curva hipsométrica de la cuenca Bella nos permitió calcular la altitud media tomando como resultado la altitud de 1246.7 m.s.n.m. las mismas que fueron calculadas mediante las áreas parciales existentes entre curvas de nivel, con 9 intervalos y con una separación de 200 m de desnivel (Figura 16).

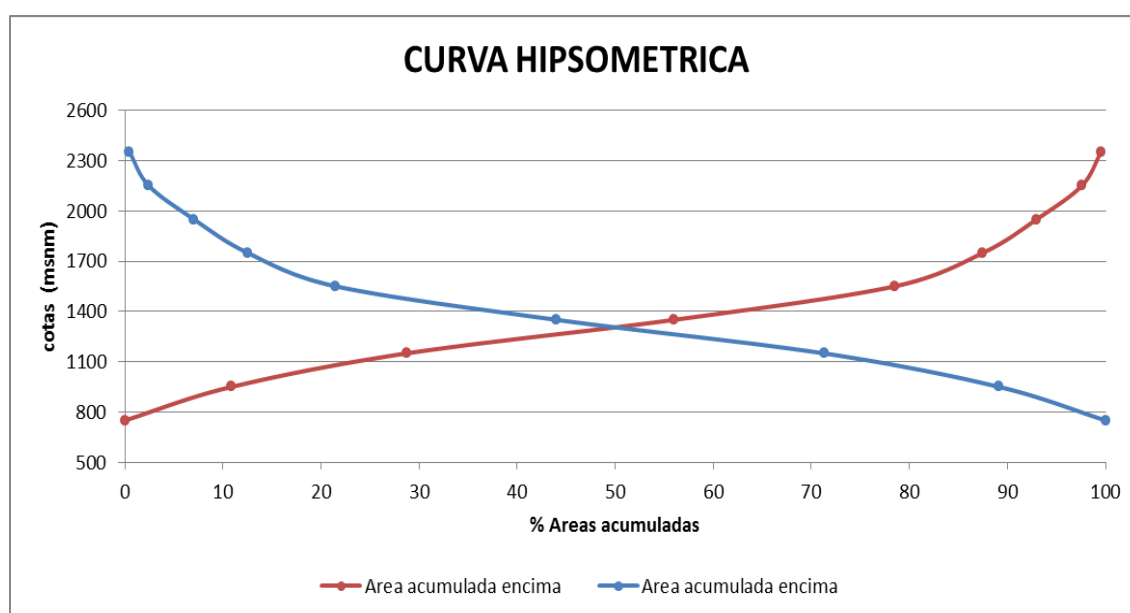


Figura 16. Curva hipsométrica

El rectángulo equivalente nos muestra el ancho y largo de la cuenca, representando las áreas que existen entre curvas de nivel siendo la

más representativa los desniveles de 1150 a 1350 msnm, con un área de 17.25 Km², seguidamente mostrando la frecuencia de altitudes (Figura 17).

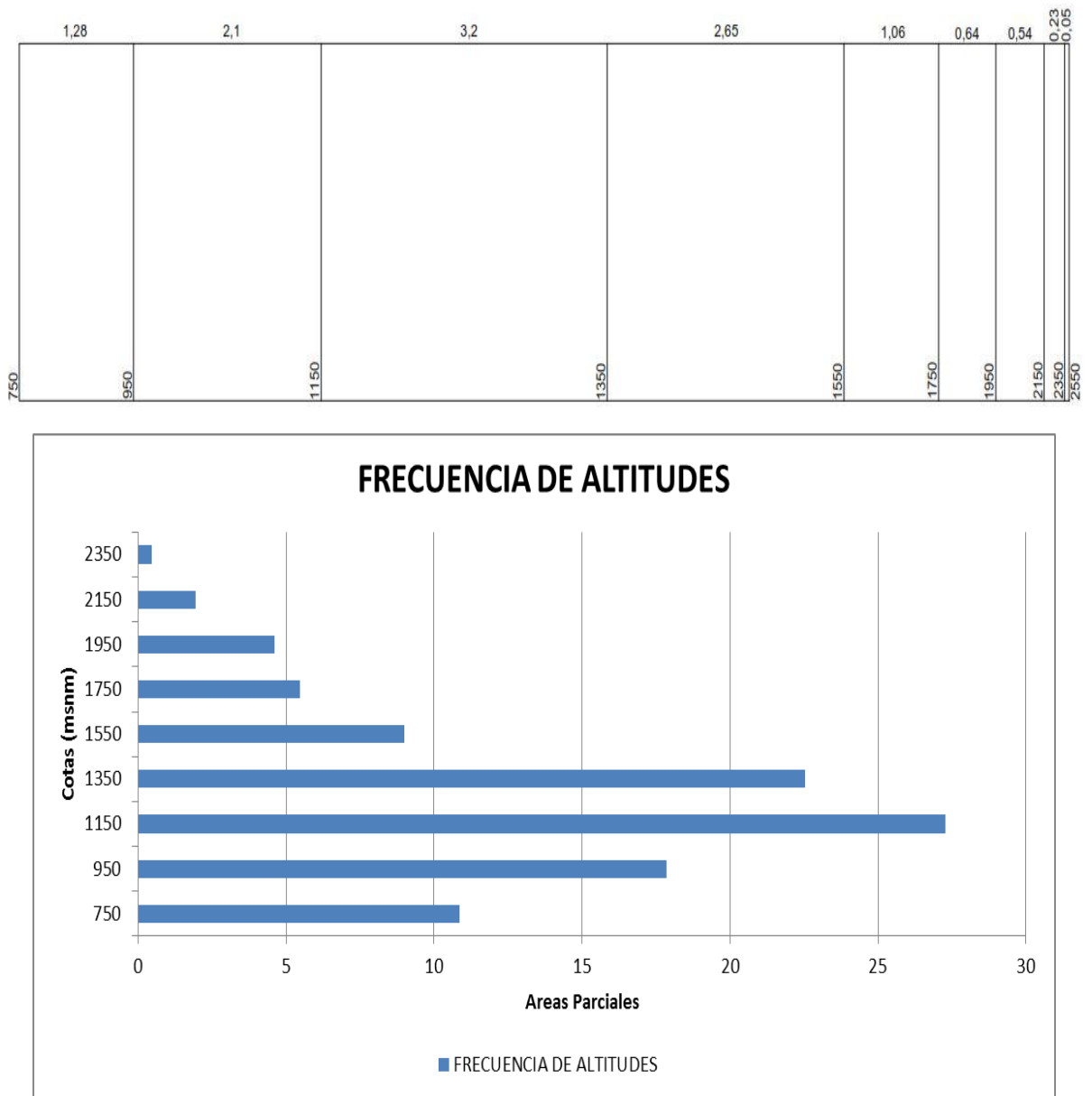


Figura 17. Rectángulo equivalente y frecuencia de altitudes

4.2. Del estudio de suelos por su capacidad de uso mayor

En el Cuadro 24 se muestran los Grupo, Clase y Subclase de capacidad de uso mayor de las tierras, con sus respectivas superficies y porcentajes representadas (Figura 18). Donde las tierras aptas para cultivo en limpio (A) comprenden una superficie de 93.75 ha que representa el (2.71 %) del área total evaluada; dentro de esta se encuentran la clase y subclase (A2se), con limitaciones por suelo y erosión. Las tierras aptas para cultivos permanentes (C) ocupan una superficie de 23.60 ha equivalente al (0.68 %) del área total evaluada, con una clase y subclase (C3se), con limitaciones por suelo y erosión. Las tierras aptas para pastos (P), dentro de este grupo se ha encontrado las clases y subclase P3s con una superficie aproximada de 808.58 ha, con limitaciones por suelo y la Subclase P3se con una superficie aproximada de 60.58 ha, con limitación por suelo y erosión. Las tierras aptas para producción forestal (F), en esta categoría se identificó la clase y sub clase F3se ocupa aproximadamente 13.80 ha, con limitaciones por suelo y erosión y la subclase F2s ocupa aproximadamente 203.20 ha, con limitaciones por suelo. Las tierras de protección (X) presenta un área de 2259.98 equivalentes al (65.25 %); (Ver anexo 5).

Cuadro 24. Superficie y porcentaje de tierras según su capacidad de uso mayor

GRUPO	Clase	Sub Clase	Superficie	
			ha	%
A	A2	A2se	93.75	2.71
C	C3	C3se	23.60	0.68
P	P2	P3s	808.58	23.35
	P3	P3se	60.58	1.75
F	F3	F3se	13.80	0.40
	F2	F2s	203.2	5.87
X	-	-	2259.98	65.25
Total			3463.49	100

Superficie de Capacidad de Uso Mayor

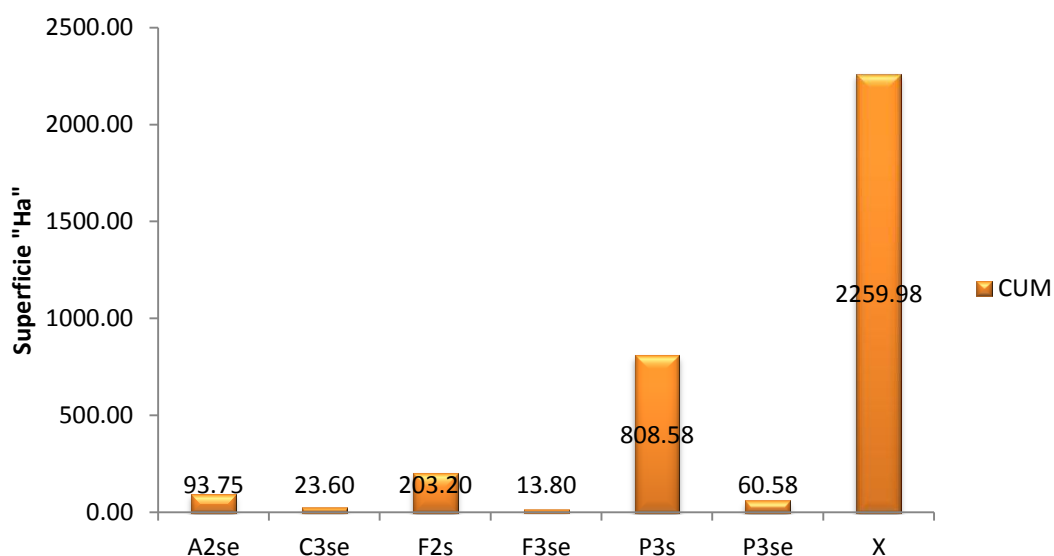


Figura 18. Superficie de las tierras según su capacidad de uso mayor

Donde:

- A2se : Cultivo en limpio, calidad agrologica media, con limitaciones por suelo y erosión
- C3se : Cultivo permanente, calidad agrologica baja, con limitaciones por suelo y erosión
- F2s : Producción forestal, calidad agrologica media, con limitaciones por suelo
- F3se : Producción forestal, calidad agrologica baja, con limitaciones por suelo y erosión
- P3s : Pastoreo, calidad agrologica baja, con limitaciones por suelo
- P3se : Pastoreo, calidad agrologica baja, con limitaciones por suelo y erosión
- X : Tierras de protección

4.3. Uso actual de la tierra

En el Cuadro 25 se presenta 6 tipos de uso actual de tierras en la cuenca Bella, se encontró en mayor proporción Tierras boscosas (Bosque primario y secundario) que ocupan 2248.02 ha equivalente al 64.91 %, Cultivos permanentes (Café, Cacao, Coca, Plátano, etc.) que ocupan 866.19 ha equivalente al 25.01 %, Cultivos anuales (yuca, maíz, frijol, etc.) que ocupa 193.52 ha equivalente a 5.59 %, cultivos de pastos que ocupan 51.89 ha equivalente a 1.50 % y en menor proporción encontramos la presencia de centros poblados que ocupan 13.02 ha equivalente a 0.38 % del área total evaluada (Ver anexo 5).

Cuadro 25. Superficie de Uso Actual de Tierras de la cuenca Bella

Descripción del uso actual de tierras	Superficie	
	ha	%
Cultivos anuales (yuca, maíz, frijol, etc.)	193.52	5.59
Cultivos permanentes (Café, Cacao, Coca, Plátano, etc.)	866.19	25.01
Pastos naturales	51.89	1.50
Suelos desnudos	90.85	2.62
Tierras boscosas (Bosque primario)	2248.02	64.91
Centros Poblados	13.02	0.38
TOTAL	3463.49	100.00

Superficie de Uso Actual de Tierras (UAT)

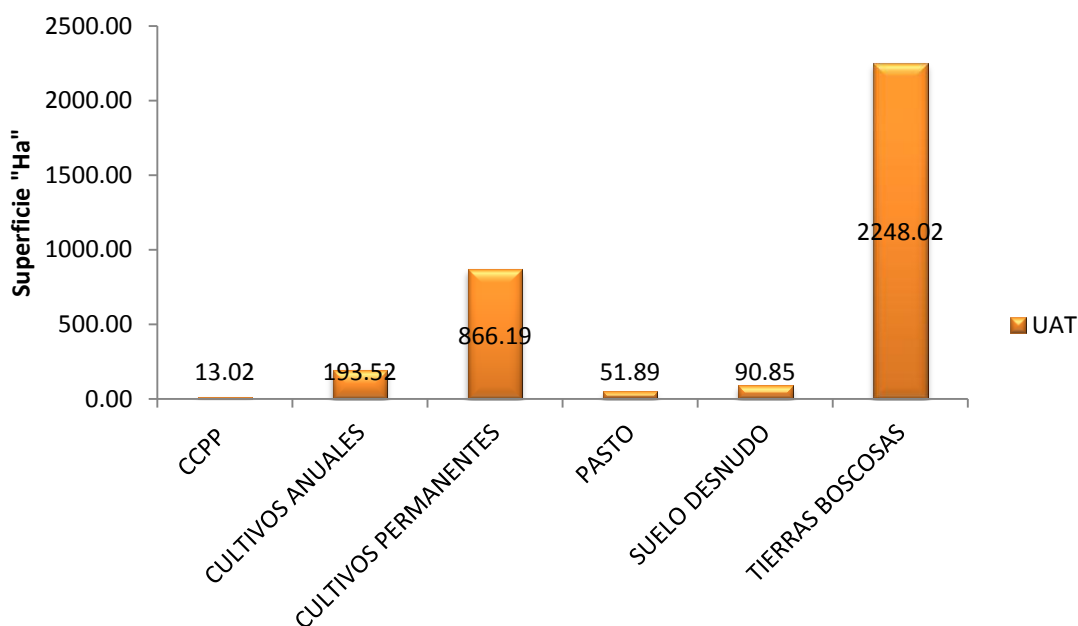


Figura 19. Superficies de uso actual de tierras

4.4. Conflictos de Uso de la Tierra

Para identificar las zonas con conflicto de uso, se utilizó el criterio de conflictos de uso de la tierra, que trata de identificar las áreas que están siendo utilizados en discordancia con su vocación natural. Para el efecto, se han intersectados las variables, mapa de capacidad de uso mayor con el mapa de uso actual de tierras (Cuadro 26); (Ver anexo 5).

Cuadro 26. Superficie de conflicto de uso de la tierra de la cuenca Bella

Formas de uso	Simbología	Superficie	
		Ha	%
Sobre utilizado	SO	899.34	25.97
Sub utilizado	SU	237.61	6.86

Cuadro 26. Continuacion

Formas de uso	Simbología	Superficie	
Uso correcto	UC	2313.52	66.80
No aplica CCPP	NA	13.02	0.38
Total		3463.49	100

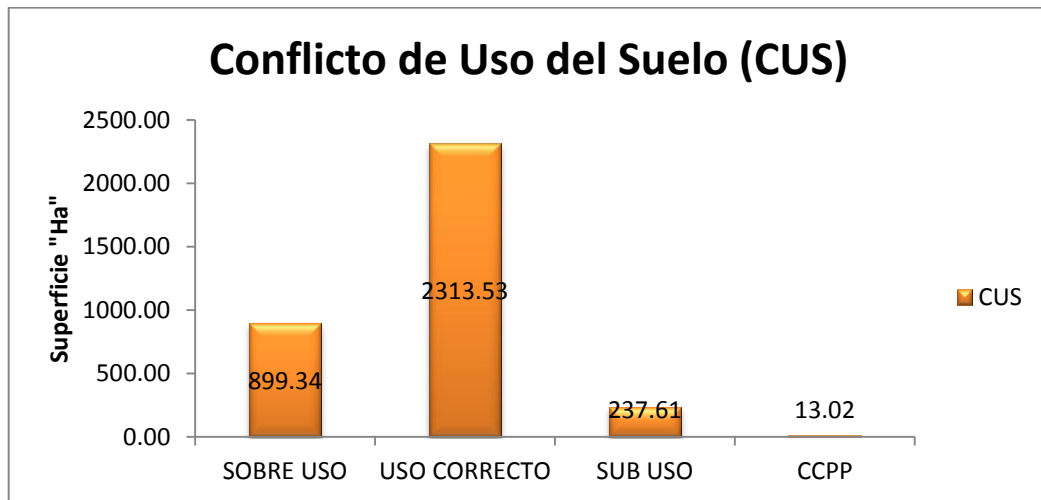


Figura 20. Superficies de conflictos de uso del suelo

V. DISCUSION

5.1. Parámetros morfométricos indispensable para la clasificación de capacidad de usos mayor de los suelos

5.1.1. Análisis morfométricos

En el análisis morfométricos se pudo determinar un área de 3463.49 ha (Cuadro 23). El área de la cuenca Bella es quizá el parámetro más importante, siendo determinante la escala de varios fenómenos hidrológicos tales como, el volumen de agua que ingresa por precipitación, la magnitud de los caudales, etc.

Perímetro y elevación media

El perímetro (P) es definida por la longitud del límite exterior de la cuenca, superficie y la forma de la cuenca; calculándose una extensión de 29.4 km. y una elevación media de 1246.7 m.s.n.m. En la determinación de la forma de la cuenca se pudo determinar el factor de forma con un valor de 0.43, índice de compacidad con un valor de 1.40 y una densidad de drenaje de 0.374 Km/Km² (Cuadro 23).

Otros parámetros morfométricos determinados fueron: la longitud del cauce principal con un valor de 9.6 km; una pendiente media de la microcuenca de 0.11 % y una pendiente media del cauce principal de 0.11 %. Analizando los parámetros morfométricos característicos de la cuenca Bella, se puede clasificar de la siguiente manera:

En cuanto a su área se puede calificar como una cuenca ya que se encuentra dentro de un rango de 5000 ha. En cuanto al coeficiente de forma de la cuenca se puede calificar como una cuenca circular pues cuanto más el coeficiente se aproxime a la unidad será de forma circular por lo tanto dicho índice indica que la cuenca tiene una tendencia a concentrar el escurrimiento de una lluvia intensa formando fácilmente grandes crecidas.

El valor del índice de compacidad (K_c), encontrado para la cuenca Bella es de 1.40 el cual muestra una tendencia a concentrar fuertes volúmenes de aguas de escurrimiento. Este índice determina que la cuenca tiene una forma de oval redonda a oval oblonga y presenta una concentración de agua media (drenaje medio) sin tener en cuenta el estado de la cobertura (LLAMAS, 1993).

En cuanto al valor de densidad de drenaje es de 0.374 el cual se puede calificar como baja. Por otro lado LLAMAS (1993) menciona que a mayor densidad de drenaje, más dominante es el flujo en el cauce, frente al flujo en ladera, lo que se traduce en un menor tiempo de respuesta de la cuenca, y por tanto, un menor tiempo al pico del hidrograma (VILLON, 2002).

La longitud del cauce principal de la cuenca presenta una calificación media, este parámetro influye en el tiempo de concentración y en la mayoría de los índices morfométricos.

Según la curva hipsométrica, la cuenca Bella se encuentra en un estado de equilibrio, VILLÓN (2002). El comportamiento de la curva hipsométrica tiene una tendencia a un río en etapa de madurez con transporte de sedimentos y agua como se puede observar en la Figura 16. LLAMAS (1993) menciona que la curva hipsométrica muestra el comportamiento de un río en su etapa media de equilibrio y madurez donde predomina el transporte de sedimentos y agua.

5.2. Clasificación de suelos por su capacidad de uso mayor

Teniendo como información básica el aspecto edáfico, es decir, las características físico-químicas, morfológicas y pedogenéticas de los suelos identificados, así como el ambiente ecológico en que se desarrollan, se determinó la clasificación de las tierras para la aplicación práctica del usuario en un lenguaje sencillo. La clasificación de las tierras implica la expresión en unidades de mapeo, que reflejan la aptitud potencial de las mismas sea para fines agrícolas, pecuarias, forestal, así como su uso práctico de manejo y conservación que eviten su deterioro.

El sistema de clasificación adoptado para la realización del presente trabajo es de Capacidad de Uso Mayor, establecido en el Reglamento de Clasificación de Tierras según (D.S. N° 017-2009-AG). Donde se obtuvo

tierras aptas para cultivos en limpio con 93.75 ha que equivale al 2.71 % del total del área de estudio, las mismas que presentan características climáticas, de relieve y edáficas para la producción de cultivos en limpio que demandan remociones o araduras periódicas y continuadas del suelo, debido a sus características ecológicas, también pueden destinarse a otras alternativas de uso, ya sea cultivos permanentes, pastos, producción forestal y protección en concordancia a las políticas e interés del Estado y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible; son de calidad agrológica media a baja con fertilidad natural de suelos baja y con limitaciones por suelo y erosión. Cultivos permanentes con una superficie aproximada de 23.60 ha (0.68 %). Incluye aquellas tierras que por sus limitaciones edáficas y/o relieve, restringe su aptitud para cultivos en limpio, pero si una agricultura en base a especies permanente, donde se pueden implantar ampliamente cultivos de largo período vegetativo, acorde con las condiciones ecológicas de la zona, dentro de este grupo se ha establecido una Clases de Capacidad de Uso (C3); ESCOVEDO (2005) describe que se encontró dos clases C2 y C3 con características similares en la provincia de Leoncio Prado. Las tierras aptas para producción de cultivos de pastos comprenden una superficie aproximada de 869.16 ha (25.09 %). Incluye aquellas tierras que por sus limitaciones edáficas y/o relieve, restringe su aptitud para cultivos en limpio y permanentes, pero si para la producción de pastos cultivados que permiten el pastoreo continuo o temporal sin deterioro de la capacidad productiva del suelo (D.S. N° 017-2009-AG). Las tierras aptas para producción forestal ocupan una superficie de 217 ha, que equivale al 6.27 % del total del área de estudio, estas tierras poseen calidad agrológica media y baja, con

restricciones o deficiencias más acentuadas de orden climático, edáfico o de relieve para la producción de especies forestales maderables. Requiere de prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos y de bosques para la producción forestal sostenible, sin deterioro del suelo; las tierras de protección ocupan una superficie de 2259.98 ha, equivalentes a 65.25 % del total del área de estudio, son tierras que no presentan clases y subclases de capacidad de uso, debido a que se presentan limitaciones extremas como para hacerlas apropiadas para la explotación agropecuaria o forestal, por lo que se conservan en la forma en que se encuentran, como áreas de protección, así para poder prevenir los problemas de erosión lateral y deslizamiento de taludes, se definieron según (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2009).

5.3. De la descripción del uso actual de tierras de la cuenca Bella

En la cuenca Bella, se encontraron 6 tipos de cultivos, en mayor proporción tierras boscosas (Bosque primario y secundario) que ocupan 2248.02 ha equivalente al 64.91 %, cultivos permanentes (café, cacao, coca, plátano, etc.) que ocupan 866.19 ha equivalente al 25.01 %, cultivos anuales (yuca, maíz, frijol, etc.) que ocupa 193.52 ha equivalente a 5.59 %, cultivos de pastos que ocupan 51.89 ha equivalente a 1.50 %, suelos desnudos que ocupan 90.85 ha equivalente a 2.62 %, y en menor proporción encontramos la presencia de centros poblados que ocupan 13.02 ha equivalente a 0.38 % del área total evaluada. Se describió el uso actual de la tierra en una época determinada, sin tomar en consideración su potencial o uso futuro, permitiendo conocer la utilización de este recurso, en sus distintas unidades de paisaje y la

forma como se ha desarrollado el aprovechamiento de los recursos naturales, suelo, agua, vegetación (VARGAS,1999).

Según los resultados obtenidos el área de estudio vienen siendo utilizados por la actividad humana con fines agrícolas, pastoreo, forestación y otros usos de manera racional y eficiente. GUARACHI (2001), menciona que cuando se realiza la clasificación de suelos por uso actual de estos, se toma en cuenta un enfoque formal del uso de la tierra, considera y registra como cobertura, de acuerdo al tipo de cobertura y el tiempo de permanencia que tengan. Por ello se debe identificar el uso para el momento en que se realice el estudio; ya que se refiere a la distribución espacial del uso en un área determinada (FLORES, 1981).

5.4. De las áreas de conflictos de uso de la tierra de la cuenca Bella

Los conflictos de uso son el resultado de la discusión de información, intereses o valores entre el uso actual y el uso potencial de la tierra referidos a cuestiones relacionadas con el acceso, disponibilidad y calidad de vida en un sitio generándose un conflicto de uso de la tierra (GUARACHI, 2001).

Cuando existe discrepancia entre los usos actual y potencial o se presenta desequilibrio, debido a que el uso actual no es el más adecuado, causando erosión y degradación de las tierras, se evidencian los conflictos de uso (ZEEOT – REGIÓN CAJAMARCA, 2011). Para nuestro caso las áreas más representativas en la cuenca Bella son: Los suelos sub utilizados que

comprenden una superficie de 237.61 ha, que corresponde al 6.86 % del área total evaluada, estos suelos están ocupadas por cultivos entre los cuales tenemos a los cultivos en limpio y permanentes, forestal y de protección, pero no son utilizadas en totalidad de acuerdo a su uso potencial. Todas estas tierras están por debajo de la capacidad o aptitud de la tierra según su capacidad de uso mayor, como lo define (EOT, 2004). Los suelos que son utilizados adecuadamente comprenden una superficie aproximada de 2313.52 ha, que corresponde al 66.80 % del área total evaluada, asimismo estos suelos en su mayoría están siendo ocupados por mosaico de cultivos dentro de los cuales se consideran a los cultivos en limpio, permanentes, también encontramos cultivos para producción forestal y de protección, que corresponden al uso adecuado de estos suelos. Y por último los suelos que están siendo sobre utilizados comprende una superficie de 899.34 ha, que corresponde al 25.97 % del área total evaluada. Esto se debe a que en tierras con aptitud forestal, tierras para pastos y tierras de protección están siendo utilizados para cultivos en limpio y permanentes tal es el caso del café y cacao, lo cual indica que su uso actual de la tierra, esto indica que aquellas tierras están siendo utilizadas o explotadas excediendo su capacidad o aptitud de uso, ello implica degradación en el tiempo; si no se toman las precauciones del caso para evitarlo (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2009).

VI. CONCLUSIONES

1. La cuenca Bella presenta un área de 3463.49 ha con una densidad de drenaje baja ($D = 0.374$), una forma ovalada a oblonga ($Kc = 1.40$), un factor de forma (0.43); una pendiente media de la cuenca (0.11 %), una pendiente media del cauce (0.11 %).
2. La cuenca Bella presenta las siguientes categorías de capacidad de uso mayor: 93.75 ha de tierras aptas para cultivos en limpio, con una clase y subclase (A2se), 23.60 ha de tierras aptas para cultivos permanentes, con una clase y subclase (C3se). 869.16 ha de tierras aptas para pastos, con una clase y subclase (P3s y P3se). 217 ha de tierras aptas para producción forestal, con una clase y subclase (F2s y F3se). 2259.98 ha de tierras en protección.
3. El uso actual de tierras de la cuenca Bella presenta zonas boscosas (bosque primario y secundario) que ocupan 2248.02 ha, cultivos permanentes (café, cacao, coca, plátano, etc.) que ocupan 866.19 ha, cultivos anuales (yuca, maíz, frijol, etc.) que ocupa 193.52 ha, cultivos de pastos que ocupan 51.89 ha, suelos desnudos que ocupan 90.85 ha y centros poblados que ocupan 13.02 ha del área total evaluada.

4. Dentro de las áreas de conflicto de uso en la cuenca Bella, se encontraron los suelos de uso correcto 2313.52 ha, seguido los de sub utilizados con 237.02 ha y por último están los suelos por sobre uso con 899.34 ha las cuales están siendo usadas por encima de su capacidad potencial y los que no aplican 13.02 ha como centro poblados.

VII. RECOMENDACIONES

1. Elaborar estudios de suelos acorde con la Zonificación Económica y Ecológica en la Región a nivel de detalle, para tener una base contundente en la toma de decisiones.
2. Para el problema edáfico y de pendiente se recomienda implementar métodos de conservación de suelos como plantaciones en curva de nivel, cultivar en surcos de contorno en las laderas y no en favor de la pendiente.
3. En tierras de aptitud forestal y de protección se recomienda plantar especies forestales de la misma zona que ayuden a la conservación de los mismos recursos.
4. Debido a la quema de coberturas indebidas de los pobladores de la cuenca Bella, al igual que toda la parte selva de la región Huánuco y otros, requieren de una capacitación y concientización de las consecuencias que genera el mal uso de este elemento.

**“CONFLICTS OF USE OF THE SOIL IN THE WATERSHED BELLA IN THE
DISTRICT OF MARIANO DAMASO BERAUN – LAS PALMAS”**

ABSTRACT

Research has been carried out in the watershed the Conveniently situated river beautiful in the district of Mariano Damaso Beraun province of Leoncio Prado, department of Huanuco, in order to determine areas with conflicts of land use through the use of geographic information system. The methodology involved data collection office and field for the description of the study area and thus develop preliminary maps; fieldwork was to collect data to complement the thematic map as well as the opening of pits by physiographic units and analysis of soil samples in the laboratory; He analyzed and interpreted the results in order to translate them into the respective thematic maps. The results were: 93.75 ha of land suitable for intensive cultivation, 23.60 ha of land suitable for permanent crops, 869.16 ha of land suitable for grass, 217 ha of land for forestry production and to land protection 2259.98; He presented 6 types of land use: Annual crops (cassava, maize, beans, etc.) with 193.52 ha; Permanent crops (coffee, cocoa, Coca, Banana, etc.) with 866.19; pasture crops with 51.89 ha; forestland (primary and secondary forest) with 2248.02 ha; Bare soil with 90.85 ha and population centers with 13.02 ha. After making the overlap between use capacity with the current land use it was found: 237.61 underused land has followed the proper use with 2313.52 ha. and finally soils 899.34 overuse ha.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZABACHE L.A. 1991. Fertilidad de suelos. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo. 11 – 06 p.
- CONTANTINESCO, L. 1976. Conservación de suelos para países de desarrollo. Boletín N^a 10 FAO. Roma.
- DAUBENMIRE, R. 1993. Tratado de auto ecológico de plantas. 5o. Ed. Omega, Madrid, España.
- EOT, 2004. Plan de ordenamiento territorial Municipio de Toca Bocayá .Bocayá. Colombia. [En Línea]: Esquema de Ordenamiento Territorial. ([http://tocaboyaca.gov.co/planeación.shtmlapc=plPlan%20de%20Ordenamiento %20 Territorial -1- &x =2669615](http://tocaboyaca.gov.co/planeación.shtmlapc=plPlan%20de%20Ordenamiento%20Territorial-1- &x=2669615),20 abril 2013).
- EL PERUANO. 2009. Decreto supremo N° 017-2009-AG. Reglamento de clasificación de tierras por capacidad de uso mayor. Lima, Perú. 18 p.
- ESCOBEDO, T. 2005. Suelos y Capacidad de Uso Mayor de las Tierras. Gobierno regional de San Martín, Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana. 212 p.
- ESTRADA, J. 1976. Fertilidad de suelos. Ed. Agronomía. La Molina. Lima Perú.
- FAO, 1976. Esquema para la clasificación de tierras. Boletín de suelos FAO N° 32. Roma, Italia.
- FAUSTINO, J. 2006. Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba–

- Costa Rica. 400 p. FUENTES, J.J. 2004. Análisis morfométricos de cuenca: caso de estudio en el parque Nacional de Pico Tancitaro. INECOL, México. 47 p.
- FLORES, E. 1981. Algunos sistemas paramétricos y no paramétricos para la clasificación de tierras. Procedimiento para la aplicación del esquema de evaluación de tierras FAO. Trabajo de ascenso ULA.FCFA.IGCRN. Mérida, Venezuela. 130 p.
- FORSYTHE, W. 1975. Física de suelos. Manual de laboratorio. IICA. México.
- GARCÍA, B. 1987. Consideraciones edáficas; selección de áreas de cacao. Tingo María. ONUDI, Perú 233 p.
- GUERRERO, M. 1993. Clasificación de tierras: base para una propuesta de ordenamiento agrícola. Cuenca media río Motatán .trabajo especial de grado. Escuela de geografía .FCFA.ULA .Mérida, Venezuela .130 p.
- GUARACHI, C. 2001. Clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor en el distrito de Machaca, provincia de Ayopaya. Centro de levantamientos aeroespaciales y aplicaciones SIG, para el desarrollo sostenible de los recursos naturales. UMMS, Bolivia. 56p. [En línea]: CLAS (<http://www.clas.umss.edu.bo/biblioteca /buscar tesis .asp>. 19 de abril 2014)
- GRILLO, F. 1975. La producción y consumo de alimentos en el Perú. Publicación Cultivos Andinos. Ayacucho, Perú. 300 p.
- HOLDRIDGE, L. 1987. Ecología basada en zonas de vida. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura. San José de Costa Rica .216 p.

- IDEAM, IGAC y CORMAGDALENA. 2008. Mapa de Cobertura de la Tierra Cuenca Magdalena-Cauca: Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi y Corporación Autónoma Regional del río Grande de La Magdalena. Bogotá, D.C., 200 p.
- IGAC y CORPOICA .2002. Zonificación del os conflictos de uso de las tierras en Colombia .Bogotá, D.C.
- IIAP, 1992. Estudio de suelos y capacidad de uso mayor de las tierras – zona Tamshiyacu – Indiana (nivel semi detallado).documento técnico N° 02. Iquitos, Perú.
- JIMÉNEZ, M. 1998. Estudio de suelos distrito de La Asunción (semi detallado).Municipalidad de La Asunción. Cajamarca, Perú.
- LLAMAS, J. (1993). Hidrología general: Principios y aplicaciones Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco.
- MAIDMENT, D. R. 1992. Handbook of Hydrology. McGraw Hill.New York. 222 p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2009. Reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor .Decreto Supremo N° 017- 2009 – AG .Lima, Perú. 18 p
- MONSALVE, G. 2000. Hidrología en la Ingeniería. Escuela Colombiana de Ingeniería. Santafé de Bogotá – Colombia. 382 p.
- NAVARRETE, M. 2004. Propuesta metodológica para el análisis territorial en la cuenca hidrográfica del estero el Peral, comuna de Carahue, IX

- región. Tesis Lic. En Recursos Naturales. Temuco, Chile. Universidad Católica de Temuco, Chile. 151 p.
- ONERN. 1982. Estudio de clasificación de suelos Vol. I. Lima, Perú 67 – 72 p.
- ONERN. 1983. Estudio de clasificación de suelos Vol. I. Lima, Perú 123 – 127 y 720 p.
- OTÁROLA, E.2011.Caracterización de suelos de la microcuenca Picuroyacu – Castillo Grande –Distrito de Rupa Rupa. Tesis de grado ing. RNR -CSA. UNAS .Tingo María, Perú
- RIVERA, E. 2013. Análisis comparativo entre el uso actual de tierras y la capacidad de uso mayor de tierras en la parte alta de la microcuenca Río Azul .Tesis de grado ing. RNR -CSA. UNAS .Tingo María, Perú
- RODRIGUEZ, A. 1984. El Territorio como Condicionante de Habitabilidad: Aportes para un modelo conceptual, en Arquitectos. 250 p.
- SÁNCHEZ, R., J. ARTIEDA. 1981. Análisis morfométrico de la microcuenca Quebrada Curucutí. Estado de Vargas – Venezuela. 47 p.
- SHENG, T. 1972. A treatment-oriented land capability Classification Scheme: In report on the Latin American Watershed Management Seminar. FAO. No TA 3112. 40 p.
- VARGAS, J.R.1999. Sistema de gestión y territorial a través de la teledetección y sistemas de información geográfica para el municipio de Cercado – Cochabamba .Tesis de grado ing. Agr. FCA y P.UMSS 5 -15p.
- VILLON, M. 2002. Hidrología. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Facultad de Ingeniería Agrícola. 2° Edic. Ediciones Villon. Lima, Perú. p. 15 - 64.

WALSH. 2006. Estudio de Impacto Ambiental y Social de la Prospección Sísmica 3D Perforación Exploratoria del Lote 101. Volumen 1, 179 p.

ZEEOT – REGIÓN CAJAMARCA, 2011. Zonificación ecológica y económica. Base para el ordenamiento territorial del Departamento de Cajamarca .Perú. [En Línea]: Zonificación ecológica y económica. Base para el ordenamiento territorial .Sub modelo de conflictos de uso. (<http://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/#/publicacion/publica> , 16 Dic. 2013).

ANEXOS

Anexo 1.

Cuadro 27. Información básica de campo

N° de calicata	lugar	Prof (cm)	Cobertura	Este	Norte	Micro relieve	Frag. rocosos	Pedreg. sup	Drenaje	Erosión	Salinidad
1	TBI	110	Cultivo	386712	8969083	ondulado suave	1	0	bueno	muy ligero	libre
2	CBMD	120	Cultivo	386106	8967880	ondulado suave	2	1	bueno	muy ligero	libre
3	TBI	90	Bosque	386238	8968592	ondulado	1	1	bueno	mderada	libre
4	CAFD	80	Cultivo	386566	8968316	ondulado	2	0	bueno	muy ligero	libre
5	CAFD	70	Bosque	386589	8968193	ondulado	1	1	bueno	ligero	libre
6	CBMD	60	Bosque	385789	8968921	ondulado	2	1	bueno	muy ligero	libre
7	CBLD	105	Cultivo	385368	8968985	ondulado suave	1	0	bueno	muy ligero	libre
8	CBLD	100	Bosque	385142	8968918	ondulado	1	1	bueno	muy ligero	libre
9	MB	110	Bosque	383981	8968063	ondulado	1	0	bueno	ligero	libre
10	MB	100	Cultivo	383406	8964497	ondulado suave	1	1	bueno	ligero	libre
11	CAMD	120	Cultivo	384564	8966982	microacidatado	1	0	bueno	ligera	libre
12	CAMD	110	Bosque	384775	8966135	microacidatado	2	0	bueno	ligero	libre
13	TAO	130	Cultivo	382275	8964638	ondulado suave	2	1	bueno	muy ligero	libre
14	TAP	100	Cultivo	382419	8964963	ondulado suave	2	0	bueno	muy ligero	libre
15	TAP	100	Bosque	381837	8962635	ondulado	1	1	bueno	muy ligero	libre
16	TAO	100	Bosque	381546	8962304	ondulado	2	1	bueno	muy ligero	libre

Fuente: elaboración propia

Cuadro 28. Clave 14 (Bosque muy Húmedo – Premontano Tropical bmh - PT) para determinar el grupo de capacidad de uso mayor

Grupos de Capacidad de Uso Mayor	Pendiente %		Micro-relieve (hasta)	Factores Edáficos (Clases Permisibles)									
	Corta	Larga		Prof. (cm) mínima	textura (acepta)	Pedre. Sup. (hasta)	Drenaje (acepta)	pH (acepta)	Erosión (hasta)	Salinidad (hasta)	Inundación (hasta)	Fert. Sup. (hasta)	Frag. Rocosos (hasta)
A	0 - 4	0 - 2	3	60	MG, M ,MF, F	1	A,B,C,D,E	4,5 + 7,0	Moderada	1	1	3	1
	0 - 8	2 - 4	2	100	MG, M, MF	1	A,B,C,D	5.0 + 7.0	Ligera	1	-	3	1
C	0 - 4	0 - 2	3	30	Todas	2	A,B,C,D,E	4.5 + 7.0	Moderada	2	1	3	2
	4 - 8	2 - 4	2	60	Todas	2	A,B,C,D,E	4.5 + 7.0	Moderada	2	-	3	2
	8 - 25	4 - 15	2	100	G, MG, M, MF	2	A,B,C,D,E	5.0 + 7.0	Ligera	2	-	3	2
	25 - 50	15 - 25	1	100	M, MF	2	A,B,C,D	5.0 + 7.0	Ligera	2	-	3	2
		25 - 50	1	100	M, MF	2	A,B,C,D	5.0 + 7.0	Ligera	2	-	3	2
P	0 - 8	0 - 4	3	60	Todas	3	A,B,C,D,E,F	4.0 + 7.0	Moderada	2	2	3	3
	8 - 15	4 - 15	3	100	MG, M, MF	3	A,B,C,D,E	5.0 + 7.0	Ligera	2	-	3	3
F	0 - 8	0 - 4	4	30	Todas	3	Todos	Todos	Severa	2	3	3	3
	8 - 25	4 - 15	4	45	Todas	3	A,B,C,D,E	Todos	Severa	2	-	3	3
	25 - 50	15 - 25	3	60	Todas	3	A,B,C,D	Todos	Severa	2	-	3	3
	50 - 75	25 - 50	3	100	Todas	3	A,B,C,D	Todos	Moderada	2	-	3	3
		50 - 75	2	100	Todas	3	A,B,C,D	Todos	Ligera	2		3	3
X	Tierras con características fuera de los límites señalados para los grupos superiores												

Cuadro 29. Unidades de microrelieve reclasificados

Microrelieve	Símbolo	Superficie	
		ha	%
ondulado suave	2	126.14	3.64
ondulado	3	815.50	23.55
Microaccidentado	4	2521.85	72.81
Total		3463.49	100

Cuadro 30. Unidades de pendiente reclasificados

Sub Paisaje	Pendiente	Superficie	
		ha	%
plana o casi a nivel	menor a 2	31.92	0.92
ligeramente inclinada	2 a 4	56.31	1.63
moderadamente inclinada	4 a 8	42.68	1.23
fuertemente inclinada	8 a 15	1111.78	32.10
moderadamente empinada	15 a 25	1687.40	48.72
empinada	25 a 50	515.92	14.90
muy empinada	50 a 75	17.47	0.50
Total		3463.49	100%

Cuadro 31. Unidades fisiográficas reclasificadas

Gran paisaje	Paisaje	Sub paisaje	Unidad fisiográfica	Símbolo	Área (ha)	(%)
Planicie	Coluvial de arena y arcilla	Terraza	Plana	Tap	99.62	2.88
		alta	Ondulada	Tao	212.34	6.13
		Terraza baja	Inundable	Tbin	143.79	4.15
Colinosos	Colina denudacional de arcillitas	Colina	Moderadamente disectada	Camd	452.93	13.08
		alta	Fuertemente disectada	Cafd	66.15	1.91
		Colina	Ligeramente disectada	Cbld	70.57	2.04
		baja	Moderadamente disectada	Cbmd	288.14	8.32

Cuadro 31. Continuación

107

Gran paisaje	Paisaje	Sub paisaje	Unidad fisiográfica	Símbolo	Área (ha)	%
Montañoso	Denudacional de arcillitas y calizas	montaña baja	montaña baja	Mb	2129.94	61.50
Total					3463.49	100

Cuadro 32. Unidades erosión de suelos RUSLE

Erosión	Rango (tn/ha/año)	Superficie	
		ha	%
Muy bajo	0 - 5	2522.19	72.82
Medio	10 - 50	805.31	23.25
Alto	50 - 100	127.09	3.67
Muy alto	100 - 200	8.90	0.26
Total		3463.49	100

Valores de factores para determinar la Capacidad de uso mayor

Cuadro 33. Profundidad efectiva (cm)

N° de calicata	Prof. (cm)	Descripción
1	110	profundo
2	120	profundo
3	90	moderadamente profundo
4	80	moderadamente profundo
5	70	moderadamente profundo
6	60	moderadamente profundo
7	105	profundo
8	100	profundo
9	110	profundo
10	100	profundo
11	120	profundo
12	110	profundo

N° de calicata	Prof. (cm)	Descripción
13	130	profundo
14	100	profundo
15	100	profundo
16	100	profundo

Cuadro 34. Textura

N° de calicata	Símbolo	Descripción	Grupo Textural
1	MG	moderadamente grueso	franco arenoso
2	G	gruesa	arenoso franco
3	F	fino	arcilloso
4	MF	moderadamente fina	franco arcilloso
5	MG	moderadamente grueso	franco arenoso
6	F	fino	arcilloso
7	M	media	franco
8	M	media	franco limoso
9	M	media	franco
10	M	media	franco
11	MG	moderadamente grueso	franco arenoso
12	MG	moderadamente grueso	franco arenoso
13	M	media	franco
14	MG	moderadamente grueso	franco arenoso
15	MF	moderadamente fina	franco arcillo arenoso
16	MF	moderadamente fina	franco arcillo arenoso

Cuadro 35. Pedregosidad superficial

N° de calicata	Símbolo	Descripción
1	0	ligeramente pedregoso
2	0	ligeramente pedregoso
3	1	moderadamente pedregoso
4	0	ligeramente pedregoso
5	1	moderadamente pedregoso
6	1	moderadamente pedregoso
7	0	ligeramente pedregoso
8	1	moderadamente pedregoso
9	1	moderadamente pedregoso
10	0	ligeramente pedregoso
11	0	ligeramente pedregoso
12	1	moderadamente pedregoso
13	0	ligeramente pedregoso
14	0	ligeramente pedregoso
15	1	moderadamente pedregoso
16	1	moderadamente pedregoso

Cuadro 36. Drenaje

N° de calicata	Símbolo	Descripción
1	C	bueno
2	C	bueno
3	C	bueno
4	C	bueno
5	C	bueno
6	C	bueno
7	C	bueno
8	C	bueno
9	C	bueno
10	C	bueno
11	C	bueno

Cuadro 36. Continuación

N° de calicata	Símbolo	Descripción
12	C	bueno
13	C	bueno
14	C	bueno
15	C	bueno
16	C	bueno

Cuadro 37. Reacción del suelo (pH)

N° de calicata	Descripción	pH
1	muy fuertemente acida	5.45
2	moderadamente acida	5.82
3	extremadamente acida	4.43
4	moderadamente acida	5.95
5	moderadamente acida	5.94
6	ultra acida	3.42
7	extremadamente acida	3.61
8	extremadamente acida	4.35
9	extremadamente acida	3.7
10	muy fuertemente acida	4.7
11	extremadamente acida	4.28
12	extremadamente acida	4.44
13	extremadamente acida	3.62
14	extremadamente acida	3.97
15	extremadamente acida	4.19
16	extremadamente acida	3.93

A) Claves para determinar la clase (calidad agrológica) y subclase (Limitaciones) de capacidad de uso mayor

La clase o calidad agrológica está designada por los números arábigos 1, 2 o 3 y la Subclase por las limitaciones que se encuentran, entre ellas las siguientes:

- a) limitación por suelo(s): profundidad efectiva, pedregosidad, gravosidad, textura y fertilidad
- b) limitación de sales (l): salinidad
- c) limitación por topografía - riesgo de erosión (e): erosión, microrelieve, pendiente larga y corta.
- d) limitación por drenaje (w): drenaje
- e) limitación por riesgo de inundación (i) : inundación
- f) limitación por clima (c):clima

Cuadro 38. Pendiente Larga (e)

Clase de pendiente (%)	Grupos de capacidad de uso mayor				
	A	C	P	F	X
Símbolo	calidad agrológica				
0 – 2	1	1	1	1	-
2 – 4	1	1	1	1	-
4 – 8	2	1	1	1	-
8 – 15	3	2	2	1	-
15 – 25	3 (secano)	3	2	1	-
25 – 50	-	3 (secano)	3	2	-
50 – 75	-	-	-	3	-
> 75	-	-	-	-	X

Cuadro 39. Pendiente corta (e)

Clase de pendiente (%)		Grupos de capacidad de uso mayor				
Símbolo		A	C	P	F	X
		calidad agrológica				
0 – 4		1	1	1	1	-
4 – 8		2	1	1	1	-
8 – 15		3	2	2	1	-
15 – 25	3 (secano)		3	2	1	-
25 – 50	-		3 (secano)	3	2	-
50 – 75	-		-	-	3	-
> 75	-		-	-	-	X

Cuadro 40. Microrelieve (e)

Clase de microrelieve		Grupos de capacidad de uso mayor				
Símbolo	Nombre	A	C	P	F	X
		calidad agrológica				
1	Plano	1	1	1	1	-
2	Ondulado suave	2	2	2	2	-
3	Ondulado	3	3	3	3	-
4	Microaccidentado o Microquebrado	-	-	-	4	-

Cuadro 41. Profundidad efectiva (s)

Clase de salinidad		Grupos de capacidad de uso mayor				
Profundidad (cm)	Descripción	A	C	P	F	X
		calidad agrológica				
+ 150	muy profundo	1	1	1	1	-
100 – 50	profundo	1	1	1	1	-
50 – 100	moderadamente prof.	2	1	1	1	-

Cuadro 41. Continuación

Profundidad	Descripción	A	C	P	F	X
25 – 50	superficial	3	2	2	2	-
< 25	muy superficial	-	-	3	-	X

Cuadro 42. Textura (s)

Símbolo	Descripción	Grupos de capacidad de uso mayor				
		A	C	P	F	X
calidad agrológica						
G	gruesa	3	3	2	2	-
MG	moderadamente gruesa	2	2	2	1	-
M	media	1	1	1	1	-
MF	moderadamente fina	2	2	1	1	-
F	fina	3	3	3	1	-

Cuadro 43. Pedregosidad (s)

Clase de pedregosidad (superficie)	Grupos de capacidad de uso mayor				
	A	C	P	F	X
calidad agrológica					
0	1	1	1	1	-
1	2	1	1	1	-
2	-	2	2	2	-
3	-	-	3	2	-
4	-	-	-	-	X

Cuadro 44. Drenaje (w)

Símbolo	Descripción	Grupos de capacidad de uso mayor				
		A	C	P	F	X
calidad agrológica						

Cuadro 44. Continuación

Símbolo	Descripción	A	C	P	F	X
A	excesivo	3	3	2	2	-
B	algo excesivo	2	2	2	1	-
C	moderadamente gruesa	1	1	1	1	-
D	bueno	2	2	1	1	-
E	imperfecto	3	3	2	2	-
F	pobre	-	-	3	3	-
G	muy pobre	-	-	3*	3	X

* solo si hay bofedales

Cuadro 45. Erosión (e)

Clase de erosión		Grupos de capacidad de uso mayor				
Símbolo	Descripción	A	C	P	F	X
		calidad agrológica				
0	muy ligera	1	1	1	1	-
1	ligera	1	1	1	1	-
2	moderada	2	2	2	2	-
3	severa	-	-	-	3	-
4	extremadamente	-	-	-	-	X

Cuadro 46. Salinidad (l)

Clase de salinidad		Grupos de capacidad de uso mayor				
Símbolo	Nombre	A	C	P	F	X
		calidad agrológica				
0	Libre	1 – 2	1	1	1	-
1	Ligera	3	2	2	2	-
2	Moderada	-	3	3	3	-
3	Fuerte	-	-	-	-	X

Cuadro 47. Inundación (i)

Clase de salinidad		Grupos de capacidad de uso mayor				
Símbolo	Descripción	A	C	P	F	X
		calidad agrológica				
0	sin riesgo	1	1	1	1	-
1	ligera	2	2	1	1	-
2	moderada	3	-	2	2	-
3	severa	-	-	-	3	-
4	extrema	-	-	-	-	X

Cuadro 48. Fertilidad natural (s)

Clases de fertilidad	Grupos de capacidad de uso mayor				
	A	C	P	F	X
calidad agrológica					
Alta	1	1	1	1	-
Media	2	2	2	1	-
Baja	3	3	3	2	-

Cuadro 49. Fragmento rocoso (gravosidad o guijarrosidad) (s)

Clase de gravosidad o guijarrosidad	Grupos de capacidad de uso mayor				
	A	C	P	F	X
calidad agrológica					
0	1 – 2	1	1	1	-
1	3	2	2	1	-
2	-	3	3	1	-
3	-	-	-	2	-

B) Rangos y escalas adoptadas para la interpretación de los análisis de suelos

Cuadro 50. Textura

GRUPOS TEXTURALES		
símbolo	Grupos	Textura
G	Gruesa	arena
		arena franca
MG	Moderadamente Gruesa	franco arenoso
M	Media	franco
		franco limoso
		limoso
MF	Moderadamente Fina	franco arcilloso
		franco arcillo limoso
		franco arcillo arenoso
		arcillo arenoso
F	Fino	arcillo limoso
		arcillo

Cuadro 51. Reacción del suelo (pH)

Clases	Rango
Ultra Acido	Menos de 3.5
Extremadamente ácido	3.6 – 4.4
Muy fuertemente ácido	4.5 – 5.0
Fuertemente ácido	5.1 – 5.5
Moderadamente ácido	5.6 – 6.0
Ligeramente ácido	6.1 – 6.5
Neutro	6.6 – 7.3
Ligeramente alcalino	7.4 – 7.8
Moderadamente alcalino	7.9 – 8.4
Fuertemente alcalino	8.5 – 9.0
Muy fuertemente alcalino	Más de 9.0

Cuadro 52. Materia orgánica

Nivel	%
Bajo	Menor de 2
Medio	2 – 4
Alto	Mayor de 4

Cuadro 53. Saturación de aluminio

Escala	%
Baja	Menor de 50
Media	50 – 70
Alta	Mayor de 70

Cuadro 54. Nitrógeno (N)

Escala	%
Bajo	Menor de 0.1
Medio	0.1 – 0.2
Alto	Mayor de 0.2

Cuadro 55. Fósforo (P_2O_5)

Escala	ppm
Bajo	Menor de 7
Medio	7 – 14
Alto	Mayor de 14

Cuadro 56. Potasio (K_2O)

Escala	Kg/ha
Bajo	Menor de 300
Medio	300 – 600
Alto	Mayor de 600

Anexo 2: Puntos de control

Cuadro 57. Puntos de control para la elaboración del UAT

Puntos de control para el UAT				Detalles
P	E	N	Z	D
1	386136.14	8965910.83	1006.93	BOSQUE
2	386126.39	8965978.92	1020.70	BOSQUE
3	386175.70	8965939.59	1006.51	BOSQUE
4	386293.91	8966413.09	928.75	CAMINO
5	386321.59	8966524.86	924.18	CAFE
6	386392.62	8966533.69	892.15	RIO 1
7	386229.37	8967449.35	768.80	CACAO
8	386107.83	8967771.55	741.77	CACAO
9	385983.21	8968207.96	714.10	PASTO 1
10	386145.93	8968223.48	714.21	QUEBRADA
11	386283.44	8966988.40	844.61	MACORILLA 1
12	386135.63	8966905.69	891.45	COCA 1
13	386110.57	8966840.16	918.34	COCA 2
14	386044.51	8966707.38	952.65	CAFÉ 1
15	385700.04	8965500.07	954.82	CAFE
16	385944.64	8966645.50	971.31	RIO 3
17	385924.97	8966650.64	981.91	CAFÉ 2
18	385858.65	8966682.84	1017.52	BOSQUE
19	385821.42	8966682.29	1032.29	MACORILLA 2
20	385779.18	8966703.50	1040.20	BOSQUE
21	385761.77	8966762.94	1035.99	MACORILLA 3
22	385872.79	8967025.89	962.85	MACORILLA 4
23	386009.51	8967331.82	855.14	CACAO 1
24	386003.44	8967528.96	843.37	CACAO Y GUABA
25	385218.69	8967464.83	736.83	AGUA 1
26	385271.98	8968013.24	720.19	CACAO 2
27	385544.57	8968350.09	717.39	PASTO 2
28	385621.53	8968544.82	708.31	CITRICO Y MACORILLA 5
29	385799.00	8968776.34	702.51	COCA 3
30	385863.47	8968815.34	700.88	QUEBRADA
31	386012.08	8968960.75	693.07	CHACRA ABIERTA
32	386273.02	8969191.40	687.21	CC. PP BELLA

P	E	N	Z	D
33	386649.92	8969282.62	679.91	PUENTE
34	383521.70	8964990.56	929.61	CAFÉ Y GUABA
35	383599.45	8965101.37	905.15	CC.PP RIO TIGRE
36	383614.41	8965166.88	898.28	RIO TIGRE
37	383673.68	8965615.34	903.24	MACORILLA 6
38	383832.77	8965814.42	909.93	MACORILLA 7, CAFÉ 3 Y PLATANO 1
39	383793.99	8965891.26	906.45	PURMA
40	383971.68	8966002.04	878.45	CACAO 3 Y CAFÉ 4
41	383986.59	8966047.65	870.25	CACAO 4 Y GUABA 1
42	384085.05	8966212.81	844.24	BOSQUE
43	384363.63	8966190.20	823.71	CC.PP BELLA ALTA
44	384455.29	8966391.18	818.56	RIO 7
45	384489.98	8966470.01	812.31	PASTO 3
46	384613.79	8966639.23	802.23	IGLESIA
47	384776.18	8966839.64	790.84	PASTO 4
48	384878.71	8966927.97	788.06	CACAO 5 Y PLATANO 2
49	384922.42	8966967.24	785.55	CACAO 6
50	385010.87	8967248.15	775.05	RIO 8
51	385096.11	8967320.39	768.85	CACAO 6 Y PLATANO 3
52	385179.66	8967402.57	763.26	PASTO 4
53	385254.32	8967523.33	759.44	RIO 9
54	385374.89	8967715.98	749.54	CACAO 7 Y CITRICO 1
55	385386.43	8967786.23	745.93	CACAO 8 Y CITRICO 2
56	385287.90	8968014.50	739.62	CACAO 9 Y PLATANO 4
57	385384.54	8968165.84	741.11	RIO 10
58	385568.53	8968379.79	733.11	CACAO 10 Y CITRICO 3
59	385662.28	8968546.27	723.24	CITRICO 4
60	385719.52	8968650.38	722.33	RIO 11
61	385844.84	8968798.37	716.62	RIO 12 Y PLATANO 5
62	383313.43	8964825.50	925.41	LIMITES 1
63	383326.36	8963852.11	1058.30	LIMITES 2
64	383670.85	8963307.78	1170.17	LIMITES 3
65	383625.94	8963053.42	1262.71	LIMITES 4
66	383494.47	8963240.46	1206.93	MACORILLA 8
67	383677.32	8963312.11	1178.94	RIO 13
68	383556.16	8963505.37	1196.05	CAFÉ 5
69	383438.25	8963493.29	1159.00	BOSQUE

P	E	N	Z	D
70	383439.56	8963495.29	1159.53	MACORILLA
71	383305.28	8963923.15	1066.78	CAFÉ 6
72	383158.04	8964568.38	997.95	BOSQUE
73	383335.62	8964713.11	968.44	RIO 14
74	386185.76	8963159.36	1150.37	RIO 15
75	385678.52	8963270.43	1227.01	CAFÉ 7
76	385732.19	8963538.41	1263.91	CAFÉ 8
77	385547.13	8963841.62	1272.02	CAFÉ Y GUABA
78	385456.87	8964063.39	1293.54	CAFÉ 9 Y PLATANO 6
79	385478.26	8964254.53	1307.39	CAFÉ 10, PLATANO 7 Y GUABA
80	385037.49	8964019.24	1293.04	PLATANO 8
81	384921.59	8964068.55	1277.04	CAFÉ 11 Y PLATANO 9
82	384887.39	8964307.62	1256.46	MACORILLA 9 Y CAFÉ 12
83	384886.81	8964427.27	1239.99	BOSQUE
84	384671.05	8964636.83	1185.22	PURMA 1
85	384323.11	8964977.15	1107.80	PLATANO 10
86	384201.58	8964852.27	1074.38	CAFÉ 13
87	384138.12	8964590.01	1038.39	BOSQUE
88	384106.34	8964494.05	1026.87	BOSQUE
89	383801.35	8964793.91	1007.46	GUABA Y PLATANO 11
90	383709.31	8964869.04	998.19	CAFÉ 13 Y GUABA
91	383669.48	8964823.59	990.39	MACORILLA 10 Y CAFÉ 14
92	383591.30	8964782.10	981.08	CAFÉ Y GUABA
93	383391.13	8964952.24	941.41	MAIZ 1
94	383708.95	8965501.11	889.13	MACORILLA
95	383609.38	8965708.59	898.60	MACORILLA
96	383708.49	8965764.73	904.30	CHACRA ABIERTA
97	383804.96	8965895.61	902.95	CHACRA ABIERTA
98	383850.72	8965944.73	893.57	CAFÉ , MACORILLA Y COCA
99	384076.59	8966215.44	842.05	RIO 26 Y CAFE
100	384161.36	8966254.07	840.50	CACAO 15
101	391711.23	8974285.35	646.64	PUENTE
102	390206.89	8970818.90	703.27	CITRICO
103	386325.89	8969253.59	651.84	DESVIO
104	385724.30	8968556.62	701.72	CITRICO
105	385510.98	8968304.76	717.31	MACORILLA
106	385383.11	8967756.36	726.05	CACAO

P	E	N	Z	D
107	384633.88	8966679.99	779.33	CC.PP BELLA
108	386624.08	8969329.76	694.72	PUENTE BELLA
109	386361.38	8969286.54	694.10	COLEGIO
110	386173.43	8969109.95	698.37	CAMINO 2
111	384073.00	8964224.36	1017.79	PLATANAL
112	383972.72	8964666.15	990.27	RIO Y CAFE
113	383579.96	8964827.63	954.70	CAFE
114	383524.00	8965030.70	907.55	PURMA 10
115	383685.49	8965559.09	885.11	PURMA 20
116	383822.96	8965824.45	900.06	PURMA 30
117	383859.82	8965950.84	884.44	PURMA 40
118	383995.47	8966053.75	858.90	CACAO Y PLATANO
119	384043.44	8966135.73	845.35	PURMA
120	384217.67	8966264.96	830.87	PLATANO
121	384405.21	8966278.02	811.15	CITRICO
122	384539.17	8966545.90	796.53	CITRICO
123	384662.80	8966743.32	785.21	PASTO
124	384837.63	8966894.45	779.48	CACAO
125	385109.25	8967330.60	758.97	CACAO
126	385191.25	8967421.96	754.00	PASTO
127	385316.47	8967562.10	751.95	PURMA
128	385368.45	8967700.37	741.82	PASTO
129	385294.63	8968078.43	731.79	PURMA Y CACAO
130	385458.21	8968212.50	733.67	CACAO Y CITRICO
131	385531.13	8968324.84	728.14	PASTO Y PURMA
132	385703.69	8968582.44	714.58	CACAO Y CITRICO
133	385764.76	8968728.25	711.42	COCA
134	385915.50	8968899.76	703.08	PASTO, PLATANO Y CITRICO
135	386125.36	8969058.05	696.40	COCA
136	386280.92	8968726.73	760.24	CC.PP RIO ORO

Anexo 3: Panel fotográfico



Figura 21. Caserío Bella



Figura 22. Caserío Bella Alta



Figura 23. Caserío Rio Tigre

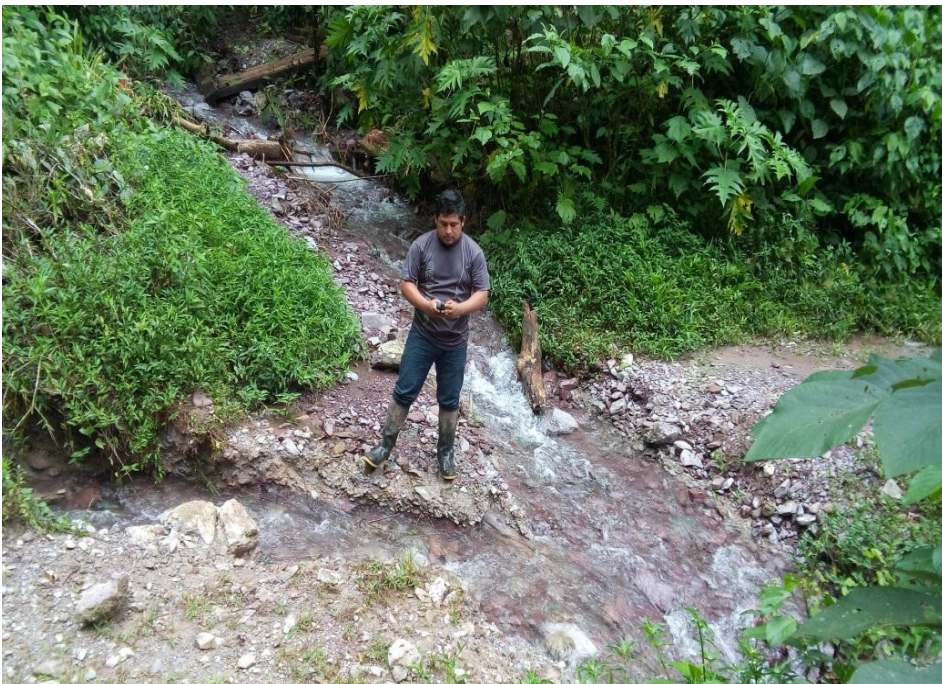


Figura 24. Toma de punto de control en una vertiente



Figura 25. Validación en campo con los mapas temáticos



Figura 26. Zona de producción de Pasto

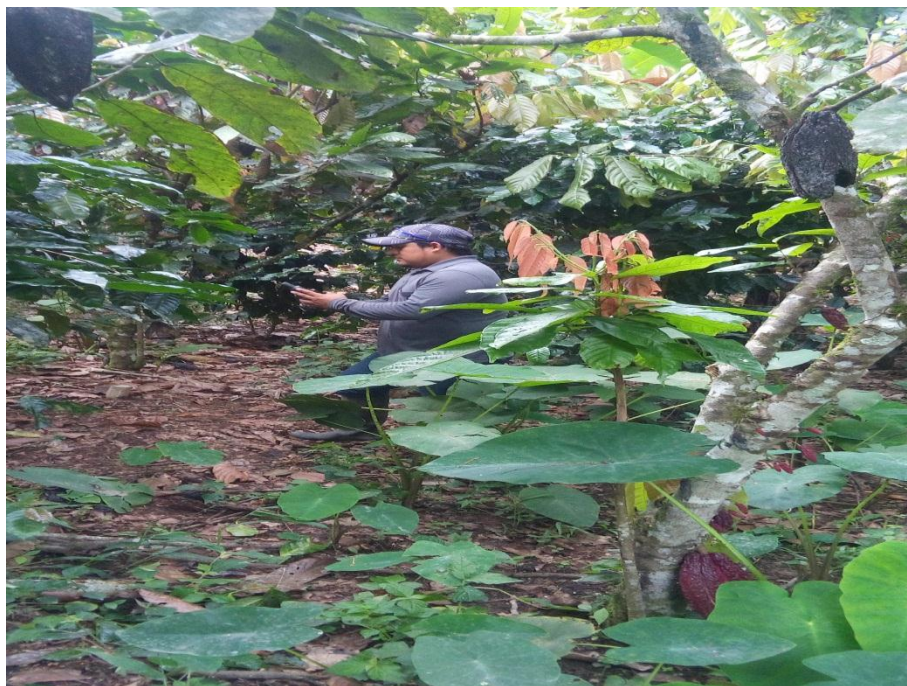


Figura 27. Zona de producción de cacao



Figura 28. Validación en campo



Figura 29. Validación en campo con un poblador de Rio Tigre



Figura 30. Zona de purma



Figura 31. Validación en campo con los mapas elaborados en pre gabinete



Figura 32. Asociación de cultivo de plátano con café



Figura 33. Zona de bosques primarios y secundarios



Figura 34. Zona con presencia de erosión

Anexo 4. Análisis de suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
TINGO MARIA F.R.N.R - Ing. en Conservación de Suelos y Agua Departamento Académico
de Ciencias en Conservación de Suelos y Aguas

ANÁLISIS DE SUELOS



SOLICITANTE: Br. Serafin Chamorro Ivan Cruz

PROCEDENCIA: Microcuenca Bella

DESCRIPCION	Hz	ANÁLISIS MECÁNICO				pH	M.O_%	N_%	P_ppm	K?O_kg/ha	CIC	CAMBIABLES C mol (+)/kg						CICe	Bas.Camb_%	Ac.Camb_%	Sat.Al_%
		Arena	Limo	Arcilla	Textura							Ca_Cmol(+) /kg	Mg_Cmol(+) /kg	K_Cmol(+) /kg	Na_Cmol(+) /kg	Al_Cmol(+) /kg	H_Cmol(+) /kg				
Cal-01	1	65.68	11.04	23.28	FRANCO ARENOSO	5.45	2.55	0.12	23.27	400.17		7.8	4.93	ND	ND	2.24	0.56	15.53	81.98	18.02	14.4
Cal-02	1	73.68	11.04	15.28	ARENOSO FRANCO	5.82	6.41	0.29	10.54	235.86	6.17	4.56	1.22	0.19	0.2	ND	0		100		0
Cal-03	1	15.68	51.04	33.28	ARCILLOSO	4.43	2.75	0.12	1.57	283.56		1.25	0.27	0	0	2.86	0.62	5	30.32	69.68	57.22
Cal-04	1	39.68	33.04	27.28	FRANCO ARCILLOSO	5.95	7.33	0.33	8.25	284.89	8.48	6.82	1.18	0.3	0.18	0	0		100		0
Cal-05	1	59.68	11.04	29.28	FRANCO ARENOSO	5.94	7.33	0.33	6.89	173.58	13.63	9.87	3	0.54	0.22	0	0		100		0
Cal-06	1	33.68	43.04	23.28	ARCILLOSO	3.42	4.89	0.22	7.83	389.57		1.79	0.28	0	0	2.03	0.52	4.62	44.77	55.23	44.03
Cal-07	1	45.68	21.04	33.28	FRANCO	3.61	4.58	0.21	6.68	351.14		3.27	0.29	0	0	4.19	0.95	8.7	40.97	59.03	48.15
Cal-08	1	27.68	21.04	51.38	FRANCO LIMOSO	4.35	0.61	0.03	1.68	376.32		2.8	0.22	0	0	2.89	0.71	6.62	45.63	54.37	43.68
Cal-09	1	41.68	25.04	33.28	FRANCO	3.7	2.44	0.11	5.64	299.46		4.5	0.35	0	0	5.33	1.09	11.27	43.03	56.97	47.31
Cal-10	1	39.68	21.04	39.28	FRANCO	4.7	4.27	0.19	5.22	119.26		5.7	2.72	0	0	2.29	0.64	11.35	74.15	25.85	20.21
Cal-11	1	55.68	15.04	29.28	FRANCO ARENOSO	4.28	2.75	0.12	19.62	125.88		1.55	1.2	0	0	2.85	0.77	6.37	43.14	56.86	44.78
Cal-12	1	63.68	13.04	23.28	FRANCO ARENOSO	4.44	3.97	0.18	13.15	188.16		1.43	1.67	0	0	2.18	0.51	5.79	53.4	46.6	37.73
Cal-13	1	33.68	21.04	45.28	FRANCO	3.62	3.66	0.16	9.71	168.28		1.9	0.42	0	0	2.29	0.52	5.13	45.13	54.87	44.68
Cal-14	1	61.68	15.04	23.28	FRANCO ARENOSO	3.97	5.8	0.26	15.13	218.63		5.51	1.05	0	0	2.85	0.61	10.02	65.49	34.51	28.41
Cal-15	1	53.68	21.04	25.28	FRANCO ARCILLO ARENOSO	4.19	4.27	0.19	6.68	192.13		3.83	0.33	0	0	3.91	1	9.07	45.88	54.12	43.13
Cal-16	1	53.68	23.04	23.28	FRANCO ARCILLO ARENOSO	3.93	5.5	0.25	11.48	463.77		2.13	0.78	0	0	1.84	0.52	5.27	55.1	44.9	34.99

Anexo 5. Relación de mapas

1. Mapa de ubicación de la cuenca Bella
2. Mapa ecológico de la cuenca Bella
3. Mapa de parámetros morfométricos de la cuenca Bella
4. Mapa de características básicas de la cuenca Bella
5. Mapa de microrelieve de la cuenca Bella
6. Mapa pendiente de la cuenca Bella
7. Mapa fisiográfico de la cuenca Bella
8. Mapa de erosión de la cuenca Bella
9. Mapa de capacidad de uso mayor de la cuenca Bella
10. Mapa de uso actual de tierra del distrito de la cuenca Bella
11. Mapa de conflictos de usos de la cuenca Bella