

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE**  
**SUELOS Y AGUA**



**CONFLICTOS DE USO DE LOS SUELOS EN LA CUENCA BOLSÓN CUCHARA,**  
**DISTRITO RUPA RUPA**

**TESIS**

**Para obtener el título de:**

**INGENIERO EN CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA**

**PRESENTADO POR:**

**ROBERTO ANDREY COLQUIER CORONADO**

Tingo María – Perú

2025



**ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N° 004-2026-FRNR-UNAS**

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 18 de diciembre de 2025, a horas 07:00 p.m. en la Escuela Profesional de Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

**“CONFLICTOS DE USO DE LOS SUELOS EN LA CUENCA BOLSÓN CUCHARA,  
DISTRITO RUPA RUPA”**

Presentado por el Bachiller: **COLQUIER CORONADO, ROBERTO ANDREY** después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“MUY BUENA”**.

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 16 de enero de 2026

  
**Dr. JOSE DOLORES LEVANO CRISOSTOMO**  
**PRESIDENTE**

  
**Ing. MSc. ERLE OTTO J. BUSTAMANTE SCAGLIONI**  
**MIEMBRO**

  
**Dr. WILFREDO ALVA VALDIVIEZO**  
**MIEMBRO**



  
**ING. M.Sc. JAVIER NAZAR CIPRIANO**  
**ASESOR**



UNAS

VICERRECTORADO DE  
INVESTIGACIÓN

INSTITUTO DE  
INVESTIGACIÓN

UNIDAD DE SOPORTE  
CIENTÍFICO  
REPOSITORIO INSTITUCIONAL

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

## **CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N 085 - 2026 - CS-RIDUNAS**

El Jefe de la Unidad de Soporte Científico de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

### **CERTIFICA QUE:**

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% y contenido generado por Inteligencia Artificial menor o igual al 20%. Según establece el Art. 29° y 30° del Acuerdo Nro.017-2025-CIUNAS-VRI-UNAS.

### **Programa de Estudio:**



Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua

### **Tipo de documento:**

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE	
		SIMILITUD	CONTENIDO GENERADO POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL
CONFLICTOS DE USO DE LOS SUELOS EN LA CUENCA BOLSÓN CUCHARA, DISTRITO RUPA RUPA	ROBERTO ANDREY COLQUIER CORONADO	11 % Once	Menor a 20 %

Tingo María, 20 de marzo de 2026.

 UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
UNIDAD DE SOPORTE CIENTÍFICO  
  
ING. EINSTEIN A. ORTIZ MORALES  
JEFE

C.C. Archivo

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE**  
**SUELOS Y AGUA**



**CONFLICTOS DE USO DE LOS SUELOS EN LA CUENCA BOLSÓN CUCHARA,**  
**DISTRITO RUPA RUPA**

<b>Autor</b>	: Colquier Coronado, Roberto Andrey
<b>Asesores</b>	: Ing. MSc. Nazar Cipriano, Javier Ing. MSc. Rengifo Trigozo, Juan Pablo
<b>Programa de investigación</b>	: Gestión de Cuencas Hidrográficas
<b>Línea de investigación</b>	: Zonificación Ecológica y Económica
<b>Eje temático de investigación</b>	: Manejo de información espacial
<b>Lugar de ejecución</b>	: Cuenca Bolsón Cuchara
<b>Duración del trabajo</b>	: 8 meses
<b>Financiamiento</b>	: S/. 4,255.00
<b>Propio</b>	: Sí



Tingo María – Perú

2025

## DEDICATORIA

*A Dios por brindarme la fuerza necesaria de continuar en el camino correcto de para alcanzar mis metas tanto personales como profesionales; por la bendición de una familia unida que me apoyaron para alcanzarlas.*

*A mis padres Liliana Coronado Chang y Roberto Colquier Cuadra, quienes siempre han sido mi mayor inspiración y apoyo en la vida. Gracias por su amor incondicional, paciencia y sacrificios para brindarme la mejor educación posible. Este logro es también suyo.*

*A mis abuelos Carmen, Gabino y Enriqueta, por ser una fuente continua de sabiduría, amor y apoyo en mi vida. Por transitarme el valor del trabajo duro, la perseverancia y la humildad. Este logro es también su legado.*

*A mi hermana Grace, por el amor y apoyo incondicional durante todo este proceso, por ser una inspiración del esfuerzo y la lucha constante para conseguir nuestros sueños. Sin su constante aliento y motivación, este logro no hubiera sido posible.*

## AGRADECIMIENTOS

A mi alma máter por inculcarme principios y saberes fundamentales en mi desarrollo profesional. Además, me gustaría agradecer a los docentes de la institución por compartir su vasto conocimiento en las asignaturas que impartieron a lo largo de mi educación superior.

A los docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, por la sólida formación brindada y por compartir sus conocimientos a lo largo de mi desarrollo profesional. A los miembros del jurado de este trabajo de investigación —Dr. José Lévano, Ing. Msc. Erle Bustamante Scaglioni y Dr. Wilfredo Alva— por sus valiosas observaciones y sugerencias, que contribuyeron al enriquecimiento de este estudio.

A mi asesor de tesis, Ing. M. Sc. Juan Pablo Rengifo Trigozo, por su constante guía, paciencia y dedicación durante todo este proceso académico. Agradezco profundamente su apoyo y el conocimiento compartido, así como mis mejores deseos para la recuperación de su salud. Del mismo modo, expreso mi sincero agradecimiento a mi asesor, el Ing. M. Sc. Javier Nazar Cipriano, por su apoyo y confianza en esta última etapa, cuyo compromiso fue fundamental para la culminación de este trabajo.

Y finalmente, aunque no menos importante, a mi familia y amigos, por ser una fuente constante de inspiración, apoyo y motivación. Gracias por impulsarme a seguir adelante y por acompañar mi crecimiento personal y profesional. Este logro también es fruto de su cariño y amistad. De manera especial, expreso mi agradecimiento a mi amigo, el Ing. Omar Carrasco Villanueva, quien compartió sus conocimientos y brindó un apoyo valioso durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.

## INDICE

	Página
I. INTRODUCCION.....	1
1.1. Objetivo general.....	2
1.2. Objetivos específicos .....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.2. Antecedentes .....	3
2.2.1. Antecedentes internacionales .....	3
2.2.2. Antecedentes nacionales.....	4
2.2.3. Antecedentes locales.....	5
2.3. Marco conceptual.....	6
2.3.1. La cuenca hidrográfica como unidad de análisis y planificación .....	6
2.3.1.1. Concepto y funciones de la cuenca hidrográfica.....	6
2.3.1.2. El enfoque sistémico en el manejo de cuencas. ....	7
2.3.1.3. Parámetros morfométricos para la caracterización de cuencas.....	8
2.3.2. Uso actual de la tierra (UAT) y cobertura vegetal.....	9
2.3.2.1. Conceptualización de uso actual y cobertura vegetal .....	9
2.3.2.2. Metodología de clasificación: Unidades Geográficas Internacionales (UGI).....	9
2.3.2.3. Impulsores y dinámicas del cambio de uso de la tierra.....	10
2.4. Capacidad de Uso Mayor de la Tierra (CUM).....	12
2.4.1. Fundamentos teóricos y metodológicos .....	12
2.4.2. Sistema de clasificación de tierras en el Perú.....	13
2.4.2.1. Grupos de Capacidad de Uso Mayor .....	13
2.4.2.2. Clases de Capacidad de Uso Mayor (Calidad Agrológica).....	14
2.4.2.3. Subclases por limitaciones y condiciones especiales.....	15
2.4.3. Propiedades y parámetros edáficos relevantes. ....	16
2.5. Conflictos de uso del suelo: marco conceptual y metodológico.....	25
2.5.1. Definición y conceptualización del conflicto .....	25
2.5.2. Tipologías de conflictos.....	25
2.5.3. Determinación de conflictos (contraste entre CUM y UAT) .....	26
2.6. Aplicación de Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	28
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	29

3.1. Lugar de ejecución.....	29
3.1.1. Ubicación política y geográfica.....	29
3.1.2. Características generales del lugar de ejecución .....	30
3.1.2.1. Clima.....	30
3.1.2.2. Fisiografía .....	30
3.1.3. Zonas de vida.....	31
3.1.4. Hidrología.....	32
3.1.5. Accesibilidad .....	32
3.2. Materiales y equipos .....	33
3.3. Metodología.....	33
3.3.1. Clasificación de tierra por su capacidad de uso mayor .....	33
3.3.1.1. Elaboración de mapas temáticos .....	36
3.3.1.2. Elaboración del mapa de Capacidad de Uso Mayor de Tierras .....	40
3.3.2. Determinación del Uso Actual de la Tierra.....	41
3.3.3. Determinación del Conflicto de Uso del Suelo .....	43
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
4.1. Clasificación los suelos de la cuenca Bolsón Cuchara según su Capacidad de Uso Mayor .....	44
4.2. Identificación del uso actual de la tierra de la cuenca Bolsón Cuchara.....	47
4.3. Determinación del Conflicto de Uso de Suelo.....	48
V. CONCLUSIONES.....	51
VI. PROPUESTA A FUTURO.....	52
VII. REFERENCIAS .....	53

## INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. <i>Nueve grandes categorías de la UGI</i> .....	10
2. <i>Grupos de capacidad de uso mayor</i> .....	13
3. <i>Clases de Capacidad de Uso Mayor</i> .....	14
4. <i>Subclases por limitaciones y condiciones especiales</i> .....	15
5. <i>Clases de pendiente - pendiente corta</i> .....	17
6. <i>Clases de pendiente - pendiente larga</i> .....	17
7. <i>Clases de microrelieve</i> .....	18
8. <i>Clases de profundidad efectiva</i> .....	18
9. <i>Grupos texturales</i> .....	19
10. <i>Clases de fragmentos rocosos</i> .....	19
11. <i>Clases de pedregosidad superficial</i> .....	20
12. <i>Clases de drenaje</i> .....	21
13. <i>Clasificación de pH del suelo</i> .....	22
14. <i>Grado de erosión hídrica</i> .....	22
15. <i>Clases de salinidad</i> .....	23
16. <i>Clases de inundación</i> .....	24
17. <i>Categorías de fertilidad natural</i> .....	24
18. <i>Tipologías de conflictos</i> .....	25
19. <i>Matriz multicriterio para la obtención de los conflictos de uso de la tierra</i> .....	27
20. <i>Ubicación política y geográfica</i> .....	29
21. <i>Fisiografía de la cuenca Bolsón Cuchara</i> .....	31
22. <i>Distribución de puntos de muestreo de las clases fisiográficas identificadas</i> .....	35
23. <i>Normas para la interpretación de los análisis químicos</i> .....	35
24. <i>Procedimiento para la elaboración del mapa de erosión</i> .....	38
25. <i>Clasificación de UAT adecuada a la realidad de la zona</i> .....	42
26. <i>Capacidad de uso mayor de la cuenca Bolsón Cuchara</i> .....	45
28. <i>Uso actual de la tierra de la cuenca Bolsón Cuchara</i> .....	47
29. <i>Conflicto de Uso de Suelo de la Cuenca Bolsón Cuchara</i> .....	49
30. <i>Resumen de los resultados de análisis de suelos</i> .....	61
31. <i>Clave 14; para zonas de vida de Bosque muy Húmedo Premontano Tropical (bmh – PT)</i> .....	62

32. Georreferenciación de cobertura .....	63
33. Información de las muestras seleccionadas de las calicatas .....	65
34. Clasificación de pendientes de la cuenca Bolsón Cuchara.....	66
35. Unidades fisiográficas de la cuenca Bolsón Cuchara.....	66
36. Unidades de microrelieve de la cuenca Bolsón Cuchara.....	67
37. Zonas de vida de la cuenca Bolsón Cuchara .....	67
38. Clasificación del uso actual de suelos de la cuenca Bolsón Cuchara .....	67
39. Clases de erosión potencial de suelos de la cuenca Bolsón Cuchara.....	68
40. Clases de erosión actual de suelos de la cuenca Bolsón Cuchara.....	68
41. Clasificación de suelos según su capacidad de uso mayor de la cuenca Bolsón Cuchara	69

## TABLA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Esquema de elaboración del mapa fisiográfico .....	34
2. Esquema de elaboración del mapa de microrelieve.....	36
3. Esquema de conformación del mapa de pendiente.....	37
4. Esquema de elaboración del mapa de erosión .....	40
5. Simbología de la Capacidad de Uso Mayor .....	41
6. Esquema de conformación del mapa de Uso Actual de Tierras .....	42
7. Esquema de conformación del mapa de Conflicto de Uso de Suelos .....	43
8. Capacidad de uso mayor de la cuenca Bolsón Cuchara .....	46
9. Uso actual de la tierra de la cuenca Bolsón Cuchara.....	48
10. Conflicto de Uso de Suelo de la cuenca Bolsón Cuchara.....	50
11. Georeferenciación de zonas urbanas .....	70
12. Georeferenciación de cultivos agrícolas (plátano) .....	70
13. Georeferenciación de cultivos agrícolas (cítricos) .....	71
14. Identificación de pastizales.....	71
15. Georeferenciación de purma.....	72
16. Identificación de cultivos agrícolas (en descanso) .....	72
17. Georeferenciación de cultivos agrícolas.....	73
18. Excavación de calicatas y extracción de muestras de suelos.....	73
19. Georeferenciación de cultivos agrícolas (cacao).....	74
20. Excavación de calicatas e identificación de horizontes.....	74
21. Análisis de suelos de calicata 001 .....	75
22. Análisis de suelos de calicata 005 .....	76
23. Análisis de suelos de calicata 010 .....	77
24. Análisis de suelos de calicata 015 .....	78
25. Análisis de suelos de calicata 020 .....	79
26. Análisis de suelos de calicata 025 .....	80
27. Análisis de suelos de calicata 030 .....	81

## RESUMEN

El estudio tuvo como propósito evaluar la correspondencia entre la aptitud productiva natural del territorio y las prácticas actuales de uso del suelo en la cuenca Bolsón Cuchara, identificando desequilibrios que afectan su sostenibilidad. Se planteó clasificar los suelos según su Capacidad de Uso Mayor, determinar el uso actual de la tierra y delimitar las áreas donde ambos criterios no coinciden. La metodología fue de enfoque cuantitativo y descriptivo, utilizando análisis espacial mediante Sistemas de Información Geográfica. Se elaboraron y superpusieron los mapas de capacidad y uso actual para identificar zonas de uso conforme, subuso y sobreuso.

Los resultados muestran que predominan las tierras aptas para cultivos en limpio y producción forestal, lo que evidencia una marcada aptitud agroforestal condicionada por pendientes y limitaciones edáficas. El uso actual revela una elevada presencia de bosque denso y la expansión de cultivos permanentes. La confrontación cartográfica determinó que el 51.09% del territorio presenta uso conforme, mientras que el 36.87% corresponde a subuso y el 10.83% a sobreuso.

Estas discrepancias reflejan una gestión territorial poco articulada, que conduce tanto a la degradación de suelos frágiles como a la subutilización de áreas con potencial productivo. En conclusión, la sostenibilidad de la cuenca requiere una planificación territorial basada en la vocación natural del suelo. Promover sistemas agroforestales, fortalecer capacidades locales y articular políticas de conservación permitiría equilibrar la producción con la protección de los recursos, garantizando estabilidad ambiental y mejores oportunidades económicas para la población.

**Palabras clave:** Ordenamiento territorial, sostenibilidad, SIG, aptitud productiva, gestión del suelo

## ABSTRACT

The purpose of the study was to evaluate the correspondence between the natural productive aptitude of the territory and the current soil use practices within the Bolson Cuchara basin, identifying imbalances that affect its sustainability. It was proposed that the soil be classified according to its greatest capacity of use, that the current land use be determined and that the areas where both criteria do not coincide be outlined. The methodology was a quantitative and descriptive focus, using spatial analysis through geographic information systems. The maps for capacity and current use were elaborated and superimposed in order to identify the zones of use that were in aligned, underused and overused.

The results revealed that the land apt for clean crops and forest production was predominate, which evidenced a marked agroforestry aptitude, conditioned by slopes and edaphic limitations. The current use revealed an elevated presence of dense forest and the expansion of permanent crops. From the cartographic confrontation it was determined that 51.09% of the territory presented use that was in aligned, while 36.87% corresponded to underuse and 10.83% to overuse.

These discrepancies reflected a barely articulated territory management, that leads to the degradation of fragile soil, as well as the underuse of areas with productive potential. In conclusion, the sustainability of the basin requires territorial planning based on the natural vocation of the soil. Promoting agroforestry systems, strengthening local capacities and articulating conservation policies that allow for the balance of production with the protection of resource, guaranteeing environmental stability and improved economic opportunities for the population.

**Keywords:** spatial planning, sustainability, SIG, productive aptitude, soil management

## I. INTRODUCCION

El suelo constituye un recurso finito y dinámico, indispensable para la supervivencia biológica y el sustento de las actividades humanas, especialmente en entornos rurales cuya economía depende de la agricultura y la ganadería. La cuenca del Bolsón Cuchara, ubicada en los distritos de Rupa Rupa es un claro ejemplo de esta dependencia, donde la población basa su economía en prácticas agrícolas que, en gran medida, no se corresponden con la aptitud natural del territorio. Esta situación se ha intensificado por una creciente presión antrópica, manifestada en la expansión descontrolada de la frontera agrícola, una deforestación que alcanzó una tasa de 83.54 hectáreas anuales entre 2004 y 2014 (Meneses,2017), y la aplicación de técnicas de cultivo inadecuadas, como la roza y quema (Guimarey, 2019). Dichas prácticas, impulsadas históricamente por factores como los cultivos ilícitos y posteriores proyectos de desarrollo alternativo que modificaron drásticamente la cobertura forestal, han provocado una marcada degradación de las propiedades físico-químicas del terreno. resultando en la pérdida de su fertilidad, el incremento de la erosión y, consecuentemente, la disminución en la productividad de cultivos vitales para la economía local como el cacao y el café.

Esta discrepancia entre el uso actual del suelo y su capacidad productiva potencial define un conflicto de uso, que se manifiesta en situaciones de sobreutilización, subutilización o uso conforme. La presente investigación se enfoca en analizar estos conflictos en la cuenca del Bolsón Cuchara, ya que su identificación es crucial para formular estrategias de manejo que reviertan las etapas de desgaste y promuevan la sostenibilidad.

El estudio se justifica por la necesidad de generar información técnica y espacialmente detallada que facilite la planificación, permitiendo comprender la dinámica del uso del suelo en la cuenca. Proporcionando un diagnóstico preciso para las autoridades e instituciones de desarrollo, orientando la toma de decisiones en la preservación de recursos naturales, la recuperación de áreas degradadas y el impulso de un desarrollo económico y social sostenible. La investigación busca diagnosticar, cuantificar y cartografiar las áreas en conflicto, y ofrecer datos clave para optimizar el aprovechamiento del suelo y revertir procesos de degradación, garantizando la sostenibilidad de los agroecosistemas locales.

Frente a este escenario, surge la siguiente interrogante de investigación: ¿Cómo la deficiente gestión territorial e intensificación de las actividades humanas generan un conflicto entre las prácticas de uso actuales y la capacidad productiva natural del suelo en la cuenca del Bolsón Cuchara, comprometiendo la estabilidad del recurso edáfico?

Asimismo, ante esta cuestión, se plantea la siguiente hipótesis: La inadecuada gestión territorial y la creciente presión antrópica en la cuenca Bolsón Cuchara, generan conflictos de uso del suelo que se manifiestan en áreas de sobreuso y subuso, afectando su capacidad productiva y sostenibilidad ambiental.

Los resultados de esta investigación están orientados a generar información técnica que sirva como un instrumento para formular decisiones de diversos actores clave en la gestión y desarrollo sostenible de la cuenca. Principalmente, se dirige a las autoridades y planificadores de gobiernos locales y regionales, quienes contarán con un diagnóstico preciso para el ordenamiento territorial. Asimismo, instituciones públicas y organizaciones no gubernamentales encontrarán un insumo valioso para diseñar e implementar proyectos de desarrollo rural, conservación y reforestación de manera más efectiva. Finalmente, los beneficiarios indirectos son los productores y la población local, quienes al comprender las potencialidades y limitaciones de sus tierras podrán adoptar prácticas de manejo más sostenibles, asegurando la productividad y mejorando su calidad de vida.

### **1.1. Objetivo general**

Evaluar el conflicto de uso del suelo en la cuenca Bolsón Cuchara, distrito de Rupa Rupa, identificando si el territorio es aprovechado conforme a su capacidad natural y sus condiciones de sostenibilidad.

### **1.2. Objetivos específicos**

- Clasificar los suelos de la cuenca según su Capacidad de Uso Mayor, considerando las limitaciones edáficas, climáticas y topográficas que condicionan su aprovechamiento sostenible.
- Identificar el Uso Actual de la Tierra en la cuenca Bolsón Cuchara, describiendo las coberturas vegetales y las actividades productivas desarrolladas por la población local.
- Superponer los mapas de Capacidad de Uso Mayor y Uso Actual de la Tierra para identificar y cuantificar las áreas en conflicto de uso del suelo, determinando zonas en uso conforme, subuso y sobreuso.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.2. Antecedentes

#### 2.2.1. Antecedentes internacionales

Arellano & Bonilla (2025) en su investigación se propusieron analizar los cambios e identificar las transiciones sistemáticas más prevalentes en la cobertura y uso de la tierra de la provincia de Morona Santiago, en la Amazonía ecuatoriana, en el período 2000-2018. La metodología empleó un análisis de matriz de tabulación cruzada para calcular métricas como ganancias, pérdidas y cambios netos, identificando patrones de cambio causales y aleatorios en dos periodos (2000-2008 y 2008-2018) a partir de datos oficiales del Ministerio de Agua, Ambiente y Transición Ecológica (MAATE) de Ecuador. Los resultados revelaron que las transiciones sistemáticas predominantes fueron la pérdida de la categoría "Bosque" para ser reemplazada por "Tierra Agropecuaria" y, a la inversa, la ganancia de "Tierra Agropecuaria" a costa de "Bosque". Concretamente, la cobertura de "Bosque" disminuyó del 78.57% al 72.60% del territorio, mientras que la "Tierra Agropecuaria" aumentó del 13.93% al 19.59% entre 2000 y 2018. La investigación concluyó que estas transiciones no son procesos aleatorios, sino que responden a una relación de causalidad directa, evidenciada por un patrón clásico de deforestación en forma de "espina de pescado", un fenómeno ampliamente documentado en la Amazonía ecuatoriana y vinculado a la expansión de prácticas agrícolas y extractivas.

Arango et al., (2024) investigaron el conflicto del uso del suelo en la vereda Lomalta, Vélez, Santander, Colombia. Recopilaron datos de bases de datos abiertos del IGAC, realizaron una visita técnica para identificar el uso actual del suelo, y emplearon ArcGIS para el análisis geoespacial. Los resultados revelaron una discrepancia entre la información del IGAC de 2012, que no reportaba conflictos, y la situación actual. Se identificaron dos conflictos principales: el cultivo de caña de azúcar (0.35 ha) y café (1.15 ha) en suelos de clase IV no aptos, y el uso de suelos de clase VI (aptos para caña y café) para otros cultivos como arracacha, guayaba y plátano. Además, se observó una subutilización general del suelo, con solo el 0.19% del área total aprovechada. El estudio concluyó que es urgente adoptar un uso sostenible del suelo e implementar programas de educación y capacitación sobre buenas prácticas agrícolas, resaltando cómo este tipo de investigación expone inconsistencias y desactualizaciones en las bases de datos gubernamentales.

Braz et al., (2020) en su estudio tuvieron como objetivo proponer una metodología para el manejo integrado de la cuenca hidrográfica del arroyo Lajeado Amarelo en Mato Grosso do Sul, Brasil, aplicando geotecnologías y un enfoque geográfico y sistémico.

La metodología se basó en un enfoque sistémico, utilizando imágenes satelitales (Landsat-8, Rapideye), Google Earth Pro y trabajo de campo para analizar las clases de uso y manejo del suelo, evaluar sus impactos y proponer cambios viables. Los resultados mostraron que los pastos son la clase de uso dominante, ocupando el 66.02% de la cuenca, pero muy pocas áreas cuentan con prácticas de manejo y conservación adecuadas. Se identificaron diversas clases de manejo, como "pasto degradado", que aumenta la escorrentía y el riesgo de erosión, y "pasto manejado", que contribuye a la conservación. El estudio concluyó que el manejo de la tierra es fundamental para la calidad ambiental de las cuencas y que el análisis no solo debe considerar el uso del suelo, sino cómo se gestiona, ya que el manejo es lo que diferencia la magnitud del impacto o la conservación. La investigación propone una metodología para una planificación ambiental que busca el equilibrio entre producción, preservación y recuperación, demostrando que las geotecnologías son una herramienta clave para este análisis integrado.

### **2.2.2. Antecedentes nacionales**

Carrasco (2022) en su estudio se propuso identificar los problemas del empleo del suelo en la cuenca Shitary, distrito de Monzón, Huánuco. Para ello, la metodología se centró en la obtención de datos cartográficos y la verificación en campo para elaborar mapas temáticos (fisiográfico, pendiente, erosión, etc.), disponer la Capacidad de Uso Mayor (CUM) a partir de estudios de suelos y el D.S. N° 017-2009-AG, y establecer el Uso Actual de Tierras (UAT) mediante una clasificación supervisada de imágenes satelitales. Finalmente, se superpusieron los mapas de UAT y CUM con el software ArcGIS para determinar los conflictos. Como resultados, se clasificó la CUM en tierras para cultivos en limpio (A2s, A2si, A3s), permanentes (C2se, C3se), producción forestal (F2se, F3se) y protección (X). El UAT reveló la presencia de bosque denso (106.67 ha), cultivos permanentes (38.92 ha), pastizales (31.99 ha) y otros usos. La investigación concluyó que en la cuenca existen 102.96 ha de empleo adecuado, 79.10 ha en subuso y 28.39 ha en sobreuso, además de 2.07 ha de zona urbana no aplicable.

Bottger (2022) en su estudio tuvo como objetivo general definir las zonas en conflicto de uso de suelo en la microcuenca Grapanazú, en Huancabamba, Pasco, basándose en la CUM y el UAT. La metodología implicó la elaboración sistemática de mapas temáticos, comparando el mapa de CUM con el de UAT (obtenido con la metodología Corine Land Cover) para definir tres situaciones: uso conforme, subuso y sobreuso. Los resultados indicaron que, de las 2206.14 hectáreas de la microcuenca, el Uso Conforme representa el 62.08% (1369.59 ha), el conflicto por Sobreuso el 10.52% (232.10 ha) y el conflicto por Subuso el 26.65% (588

ha). La conclusión principal fue que el 37.17% del territorio de la microcuenca presenta un uso inadecuado, lo que evidencia la necesidad de un reordenamiento del uso del suelo e implementar prácticas de uso especiales para contrarrestar la pérdida de recursos por el uso inadecuado.

Lozano (2019) realizó una evaluación multitemporal y predictivo del cambio del empleo de la tierra y la pérdida de vegetación en la microcuenca de Yuyac, Chachapoyas, Amazonas, Perú. Mediante imágenes Landsat, análisis geoespacial y teledetección, el estudio examinó las transformaciones de la cobertura terrestre entre 1998 y 2018 y predijo los cambios futuros hasta 2030. Se utilizó una metodología Corine Land Cover (CLC) modificada para clasificar seis tipos de cobertura terrestre. Para el modelado predictivo se empleó la herramienta MOLUSCE de QGIS, que incorpora variables geográficas como la distancia a carreteras, asentamientos, ríos, pendiente y altitud. Los resultados indicaron una pérdida significativa de 592,40 ha de cobertura forestal entre 1998 y 2018. El modelo proyectó una pérdida adicional de 129,40 ha para 2030, concentrada en el 0,53 % del área, principalmente debido a la conversión a usos antropogénicos. El estudio concluyó que la degradación antropogénica, impulsada por la ganadería y la agricultura, fue el principal factor del cambio en el uso de la tierra, resultando en la expansión de pastos y cultivos a expensas de la vegetación natural.

### **2.2.3. Antecedentes locales**

En la tesis de Andrade (2021) se propuso como objetivo general estudiar los conflictos de empleo del suelo en la cuenca Cocheros, distrito de Rupa Rupa - Tingo María. Para lograrlo, se establecieron metas específicas como la determinación de los parámetros morfométricos, la clasificación de suelos por su Capacidad de Uso Mayor (CUMT) y el uso actual, finalizando con la identificación de las áreas en conflicto. La metodología se centró en un enfoque cuantitativo-descriptivo, empleando la superposición de mapas. La CUMT se elaboró conforme al D.S. N° 017-2009-AG, y el mapa de uso actual se obtuvo mediante una clasificación supervisada basada en la metodología de clasificación UGI. Los resultados revelaron que la cuenca, de forma alargada y en etapa sedimentaria, posee su mayor aptitud en producción forestal (F3es) con un 41.1% (262.44 ha), y su uso actual predominante son las tierras boscosas con un 55.63% (354.99 ha). Al confrontar ambos mapas, se identificó un uso correcto en el 54.60% (348.72 ha) de la superficie, un subuso en el 10.70% (68.30 ha) y un sobreuso en el 6.10% (38.87 ha). Como conclusión principal, se determinó que los conflictos

de uso influyen en la capacidad productiva del suelo y evidencian la presión poblacional en la cuenca.

El estudio de Zuloaga-Obregón et al. (2023) se propuso como objetivo principal analizar la dinámica del cambio de empleo de la tierra y su impacto en la cubierta vegetal en el Área Natural Protegida (ANP) Parque Nacional Tingo María (PNTM) durante el periodo de 2006 a 2021, buscando además identificar a los actores territoriales involucrados en dichos cambios. La metodología utilizada fue de naturaleza mixta y multimetódica, combinando un enfoque cuantitativo y uno cualitativo. El componente cuantitativo se basó en la transformación de las imágenes obtenidas por Landsat. (cuatro fechas) utilizando el algoritmo de clasificación Random Forest en Google Earth Engine (GEE) para determinar las tasas de cambio de uso. El componente cualitativo complementó este análisis mediante la aplicación de entrevistas semiestructuradas a los actores clave, como guardaparques y gestores, junto con el análisis documental. Los resultados revelaron que los cambios en la cobertura de suelos intervenidos y la vegetación se concentraron principalmente en las Zonas de Uso Especial (ZUE) y la Zona de Amortiguamiento (ZA), siendo la agricultura extensiva para autoconsumo y comercio la causa predominante, aunque la categoría de bosque mixto se mantuvo dominante en toda el área. La conclusión central de la investigación determinó que, a pesar de las presiones, los cambios de cobertura no fueron significativos en comparación con otras ANP de la región, gracias a la gestión coordinada y efectiva de los organismos institucionales (SERNANP) y la activa participación de las poblaciones locales.

## **2.3. Marco conceptual**

### **2.3.1. La cuenca hidrográfica como unidad de análisis y planificación**

Una cuenca hidrográfica es una unidad territorial natural delimitada por divisorias de agua, donde la precipitación converge en un único punto de descarga. Esta unidad, que incluye un río con sus afluentes y su área colectora, contiene recursos naturales esenciales como agua, suelo, vegetación y fauna. Las definiciones coinciden en que la cuenca es un sistema complejo donde interactúan componentes físicos, bióticos, sociales y económicos. En este sistema, la cuenca cumple funciones hidrológicas (captura y regulación del ciclo del agua), ecológicas (hábitat de biodiversidad, retención de sedimentos) y sociales (provisión de agua), proveyendo servicios ecosistémicos esenciales para las comunidades.

#### **2.3.1.1. Concepto y funciones de la cuenca hidrográfica.**

La cuenca hidrológica es una unidad geo-ambiental compleja, delimitada topográficamente y declarada territorialmente por una superficie de drenaje común.

En ella interactúan causas físicas, biológicas y humanas, conformando un megasistema socio-ecológico ((FAO, 1988); Londoño, 2001).

La cuenca hidrográfica cumple funciones hidrológicas y ecológicas esenciales, actuando primordialmente como un sistema natural de captación y regulación del agua. Este proceso implica la recolección de la precipitación en las áreas montañosas y su conducción eficiente a través de la red de drenaje, manteniendo el balance hídrico regional (Gaspari et al., 2010). Además de su rol hidrológico, la cuenca es un reservorio de recursos básicos como el suelo, la vegetación y la fauna, proveyendo servicios ecosistémicos cruciales: suministro de agua dulce, soporte de biodiversidad y moderación climática. Específicamente, la cobertura boscosa es vital, pues retiene sedimentos y modera la escorrentía, regulando el caudal de los ríos. Por ello, la degradación de la cubierta vegetal o la sobreexplotación del territorio comprometen directamente esta capacidad reguladora, intensificando los riesgos de erosión e inundación. En síntesis, la adecuada gestión de la cuenca resulta fundamental para la conservación de estos servicios ecológicos e hidrológicos esenciales para la sostenibilidad de las actividades productivas y los asentamientos humanos (Londoño Arango, 2001).

### **2.3.1.2. El enfoque sistémico en el manejo de cuencas.**

El manejo de cuencas moderno adopta un enfoque sistémico, reconociéndola como un sistema natural complejo donde interactúan de manera indivisible múltiples subsistemas interdependientes: físico, biológico, social y económico (Londoño, 2001; Duarte, 2006). Esta visión supera la concepción reduccionista del área simplemente como un colector de escurrimiento superficial, al integrar el complejo biofísico (clima, geomorfología, suelos y vegetación) y el componente humano (comunidades, economía y producción) (Duarte, 2006; Londoño, 2001). En este marco, el manejo integrado de cuencas emerge como una herramienta crítica para abordar las problemáticas socio-productivas y ambientales, abarcando la formulación e implementación de tratamientos biológicos y mecánicos en conjunto con medidas socioeconómicas y legales (Aumassanne & Gaspari, 2023). El objetivo fundamental de adoptar esta perspectiva sistémica es garantizar el bienestar sostenible de la población, mediante la provisión continua de bienes hídricos, alimentos y otros servicios ambientales, a través de una planificación que coordine acciones y metas ecológicas y sociales entre los múltiples actores del territorio.(Londoño, 2001).

### 2.3.1.3. Parámetros morfométricos para la caracterización de cuencas.

La morfometría de cuenca es el estudio cuantitativo de su geometría y topografía, empleando parámetros que caracterizan su forma y estructura física. Entre los más comunes destacan el área de la cuenca, su perímetro, la longitud del cauce principal y la densidad de drenaje (longitud total de cauces por unidad de área). También se calculan índices de forma (factor de forma, relación de elongación) y de relieve (pendiente media, altitud media, coeficiente de relieve). Estos indicadores resumen las propiedades físicas que condicionan la respuesta hidrológica. Por ejemplo, cuencas de forma más alargada suelen tener concentraciones de flujo más tardías, mientras que las de alta densidad de drenaje (y pendientes pronunciadas) generan escorrentías rápidas y potencial de inundación. En la caracterización de la cuenca, parámetros como el índice de forma reflejan la tendencia a concentrar el flujo; un índice cercano a 1 indica cuencas relativamente circulares que tienden a producir avenidas de mayor intensidad. De igual modo, la densidad de drenaje (longitud total de cauces/área) es indicador de la impermeabilidad del terreno: valores elevados señalan suelos con poca infiltración, vegetación escasa y relieve abrupto, lo que se traduce en hidrogramas de crecidas pronunciadas. (Londoño, 2001).

Los parámetros morfométricos constituyen valores numéricos que caracterizan los rasgos propios de las cuencas hidrográficas, permitiendo comparaciones exactas entre diferentes unidades territoriales y estableciendo relaciones con el régimen hidrológico (Gaspari et al., 2010). Estos parámetros están intrínsecamente relacionados con el comportamiento hidrológico de la cuenca, ya que las formas de la superficie terrestre y su situación altitudinal influyen decisivamente sobre los factores condicionantes del régimen hidrológico, incluyendo las variables de precipitación, el volumen de escorrentía, la tasa de infiltración y la generación de depósitos (Cotler et al., 2013).

Los parámetros morfométricos se clasifican en tres grupos principales:

**a. Parámetros de forma:** Las características de la cuenca incluyen: área (A), en km<sup>2</sup> o hectáreas; perímetro (P), longitud total del contorno; longitud (L), desde la salida hasta la cabecera del cauce principal; coeficiente de Gravelius (Kc), relación entre el perímetro de la cuenca y el de un círculo con igual área; y elemento de forma de Horton (Rf), cociente entre el área y el cuadrado de la longitud (Villon, 2022).

**b. Parámetros de relieve:** Comprenden la curva hipsométrica, que representa la distribución del área drenada en función de la altitud; las pendientes del terreno,

expresadas en grados o porcentajes; la pendiente media de la cuenca; y las diferencias de altitud entre los puntos más altos y bajos (Villon, 2022).

**c. Parámetros de drenaje:** Se incluyen la longitud del cauce principal y total, el orden de corrientes (Strahler), la densidad de drenaje (longitud total de cauces dividida por el área de la cuenca) y la densidad de corrientes (número de cauces dividido por el área). (Villon, 2022).

### **2.3.2. Uso actual de la tierra (UAT) y cobertura vegetal**

#### **2.3.2.1. Conceptualización de uso actual y cobertura vegetal**

El uso UAT hace referencia al conjunto de actividades humanas o funciones socioeconómicas realizadas sobre un territorio en un periodo específico (Norberto, 2014). Este concepto involucra varias operaciones destinadas a la adquisición de bienes y servicios a partir del entorno natural, y está determinado tanto por factores socioeconómicos como por el potencial biofísico del entorno (FAO, 2014). En este sentido, el UAT describe la distribución de las actividades productivas y aprovechamientos concretos que se llevan a cabo sobre la superficie terrestre en un momento dado, mapeando las unidades espaciales según su destino económico (por ejemplo, áreas urbanas, cultivos anuales, pastizales, huertos frutales, bosques gestionados, entre otros) (Álvarez, 2013).

Por su parte, la cubierta vegetal es la capa biofísica que recubre la tierra, abarcando tanto elementos naturales como artificiales. Este concepto describe la distribución de diversos tipos de objetos sobre un territorio, como la vegetación, áreas urbanas, cuerpos de agua o afloramientos rocosos (Norberto, 2014). En términos más simples, se refiere a la proporción de la superficie cubierta por especies vegetales y no vegetales, sin entrar en detalles taxonómicos (Bocco et al., 2001). Además, describe el estado físico de la vegetación presente en la tierra, que se clasifica en tipos de vegetación (bosques primarios, bosques secundarios, matorrales, etc.), y es el resultado de factores climáticos, edáficos, topográficos y de uso histórico del territorio (Corporación de Cuencas del Tolima, 2014).

#### **2.3.2.2. Metodología de clasificación: Unidades Geográficas Internacionales (UGI)**

La sistematización del UAT y la cobertura vegetal es esencial para el análisis espacial y la gestión territorial, para ello, se emplean distintos sistemas de clasificación normalizados. Entre ellos destacan:

El sistema de clasificación de la Unión Geográfica Internacional (UGI) constituye un marco metodológico estándar para la categorización del UAT, basado en nueve categorías básicas que han sido adaptadas a las condiciones específicas de diferentes

regiones. (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales, 1983). Estas categorías incluyen: Núcleos urbanos y tierras no agrícolas, cultivos en limpio y perennes, pastos, bosques, tierras forestales sin bosques, tierras pantanosas, terrenos sin vegetación y cuerpos de agua. (Boesch et al., 1976). La metodología UGI caracterizada por su flexibilidad para adaptarse a las condiciones locales, permitiendo el desdoblamiento de las categorías principales en unidades más específicas según la realidad de cada zona de estudio. En el contexto amazónico peruano, esta adaptación ha incluido la identificación específica de cultivos como café, cacao, coca, palma aceitera, entre otros, así como diferentes tipos de formaciones vegetales nativas. (Guzmán et al., 2018).

**Tabla 1.** Nueve grandes categorías de la UGI

Nº	Descripción
1	Zonas urbanas y/o instalaciones gubernamentales y privadas - Centros poblados - Instalaciones de gobierno y/o privadas (carreteras, granjas, canales, establos, huacas, operaciones mineras)
2	Terrenos con hortalizas
3	Terrenos con huertos de frutales y otros cultivos perennes
4	Terrenos con cultivos extensivos (papa, camote, yuca, etc.)
5	Áreas de praderas mejoradas permanentes
6	Áreas de praderas naturales
7	Terrenos con bosques
8	Terrenos pantanosos y/o cenagosos
9	Terrenos sin uso y/o improductivos

Fuente: Análisis de los Cambios de la Cobertura y Uso de la Tierra – CCUT del Gobierno Regional Cajamarca (2018).

### 2.3.2.3. Impulsores y dinámicas del cambio de uso de la tierra

La cuenca Bolsón Cuchara, se ubica en la provincia de Leoncio Prado, Región Huánuco, es un territorio que experimenta intensas dinámicas de uso que resultan en conflictos territoriales y degradación ambiental. Comprender los impulsores de estos cambios es fundamental, ya que el conflicto de empleo de tierra surge de la disparidad entre la capacidad natural del territorio y la presión ejercida por las actividades humanas.

El impacto del CUT y la consiguiente pérdida de cubierta vegetal se han identificado como complicaciones trascendentales, ligadas directamente al desgaste de la calidad del agua, del suelo y la biodiversidad (Matias Duran, 2020). En la subcuenca Bolsón

Cuchara, la economía familiar se sostiene predominantemente mediante actividades agrícolas y pecuarias de subsistencia, caracterizadas a menudo por prácticas incorrectas, lo que se traduce en un deterioro severo del ambiente y la pérdida de la fertilidad del suelo (Guimarey, 2018).

#### **a. Presión demográfica y expansión agrícola**

La presión antrópica, principalmente por migrantes de la sierra de Huánuco que introdujeron prácticas de uso de la tierra perjudiciales, es la principal causa del CUT y el desgaste de la tierra (Matías, 2020; Guimarey, 2018).

El aumento de actividades agrícolas, como la expansión de la frontera agrícola y la deforestación, supera la resiliencia de los ecosistemas, disminuyendo la fertilidad del suelo y la calidad del agua (Vera & Romero, 2004; Guimarey, 2018). Estas actividades, al no emplear criterios de conservación, provocan que la presión humana exceda la capacidad de carga del ecosistema (Guimarey, 2018).

Un aspecto crítico es que, en contraste con la rápida degradación, el proceso de formación del suelo es significativamente más lento, estimándose entre 10 y 40 veces más lento que el ritmo de pérdida del suelo (Pimentel & Burgess, 2013; Guimarey, 2018).

#### **b. Deforestación, agricultura migratoria y pecuaria**

Las actividades extractivas mal manejadas han contribuido a la reducción de áreas boscosas en la Amazonía peruana (Meneses, 2017). Se debe señalar a la agricultura migratoria y a los programas deficientemente implementados de ampliación de la frontera agrícola como los principales factores condicionantes de este proceso, que tiende a ser empírico, desordenado e irracional (Reátegui, 1996; Meneses, 2017). La baja fertilidad natural de la tierra motiva que pierda su capacidad agrícola tras solo tres o cuatro cosechas consecutivas, obligando a los agricultores a talar el bosque en búsqueda de nuevas tierras (Meneses, 2017).

La actividad pecuaria también fue un motor significativo. En la década de 1970, el Estado promovió programas de desarrollo ganadero en la Selva Alta, lo que condujo a la deforestación masiva para la instalación de pasturas (Ríos et al., 2003; Meneses Chung, 2017).

#### **c. El Cultivo ilícito de la hoja de coca**

Ha sido un factor histórico en la dinámica de uso de la tierra. Aunque hasta los años setenta existía un sistema tradicional de producción de coca en el valle del Bolsón Cuchara que incluía técnicas de bajo impacto como el uso de terrazas y abono natural

(Matías, 2020), la expansión del cultivo ilícito a partir de 1970 aceleró las tasas de deforestación (Ríos et al., 2003; Meneses, 2017).

Las malas prácticas agrícolas, como el sembrío en colinas y laderas a favor de la pendiente y el uso indiscriminado de herbicidas en las plantaciones de coca, han contribuido significativamente a la degradación y pérdida de suelo por erosión (Guimarey, 2018; Matías, 2020). Las áreas anteriormente dedicadas al cultivo de coca ahora son clasificadas como "no bosque," a menudo con cobertura herbácea pionera o suelo desnudo, o están preparadas para establecer otros cultivos (Meneses, 2017)

## **2.4. Capacidad de Uso Mayor de la Tierra (CUM)**

### **2.4.1. Fundamentos teóricos y metodológicos**

La Capacidad de Uso Mayor de la Tierra es un sistema técnico-interpretativo que asigna a cada unidad de suelo su uso y manejo más apropiado. Se basa en las propiedades intrínsecas de la tierra y sus limitaciones para una producción sostenible (Guimarey, 2018), evaluando los efectos combinados del clima y las propiedades de la tierra sobre el desgaste, las limitaciones de uso, la productividad y el manejo (Decreto Supremo N° 0005-2022-MIDAGRI, 2022).

La metodología de clasificación por CUM es de carácter interpretativo e interdisciplinario, considerando el levantamiento y evaluación integrada de elementos edáficos, climáticos, de relieve y de cubierta vegetal mediante métodos de muestreo sistemático. La determinación de la CUM, el proceso se lleva a cabo a través del análisis cuantitativo de los factores del entorno, como las propiedades del suelo (edáficas), las condiciones climáticas, el relieve y la vegetación, los cuales interactúan de manera sistémica (Decreto Supremo N° 0005-2022-MIDAGRI, 2022).

El sistema clasifica las tierras según sus limitaciones para uso agrícola o riesgo de deterioro, sin implicar requerimientos de manejo idénticos (Decreto Supremo N° 0005-2022-MIDAGRI, 2022). La clasificación se basa en grupos de cultivos y limitaciones del suelo, no en el uso más rentable.

Una unidad de tierra destinada a un uso específico debe gestionarse de forma sostenible, manteniendo una productividad óptima y continua mediante un sistema de empleo adecuado que evite la degradación del suelo, previniendo la erosión, la salinización, el hidromorfismo y otros fenómenos perjudiciales. (Guimarey, 2018).

### 2.4.2. Sistema de clasificación de tierras en el Perú

El sistema de clasificación de CUT del Perú, establecido por el D. S. N° 005-2022-MIDAGRI, es un instrumento clave para la formulación de políticas y la implementación de medidas para la gestión y preservación de la tierra y recursos naturales asociados. El sistema comprende tres categorías jerárquicas, que se describen a continuación:

#### 2.4.2.1. Grupos de Capacidad de Uso Mayor

Según Decreto Supremo N° 0005-2022-MIDAGRI (2022) Los cinco grupos de CUM definidos indican la más alta abstracción del sistema y agrupan suelos según su capacidad óptima de utilización, considerando suelos con características y cualidades similares en cuanto a su aptitud natural para la producción sostenible:

**Tabla 2.** Grupos de capacidad de uso mayor

Grupo	Símbolo	Características y limitaciones	Uso principal (Aptitud)	Usos secundarios posibles
Tierras Aptas para Cultivo en Limpio	(A)	Poseen condiciones edáficas, climáticas y de relieve óptimas (alta calidad) para la labranza continua bajo un enfoque de sostenibilidad.	Producción agrícola que implica la remoción periódica del suelo (cultivos anuales).	Cultivos permanentes, pastizales, producción forestal, o protección.
Tierras Aptas para Cultivos Permanentes	(C)	Sus características limitan la labranza continua (cultivo en limpio), pero son adecuadas para especies que no requieren remoción frecuente del suelo.	Desarrollo de cultivos arbóreos o arbustivos (ej. frutales).	Pastoreo, forestación, o protección.
Tierras Aptas para Pastos	(P)	Presentan limitaciones edáficas, de relieve o climáticas que las hacen no aptas para la agricultura (cultivo en limpio o permanente).	Sostenimiento de pastizales naturales o cultivados destinados a la ganadería.	Uso forestal o de protección (dependiendo de condiciones ecológicas).
Tierras de Aptitud Forestal	(F)	Sus características intrínsecas (suelo, relieve, clima) permiten el desarrollo de un dosel arbóreo.	Producción sostenible de bienes y servicios derivados de los bosques, o potencial para ser forestadas/reforestadas.	No especificado; el énfasis está en el manejo forestal sostenible.
Tierras de Protección	(X)	Designa terrenos de fragilidad ecosistémica extrema, con alto riesgo de erosión o desprovistos de suelo (afloramientos rocosos, glaciares). Son áreas no aptas	Conservación de recursos hídricos, protección contra la erosión y albergue de ecosistemas.	Ninguno que implique alteración de la cubierta vegetal o

---

para aprovechamiento remoción del  
maderable. suelo.

---

Fuente: Decreto Supremo N° 0005-2022-MIDAGRI (2022)

#### 2.4.2.2. Clases de Capacidad de Uso Mayor (Calidad Agrológica)

La clase, el segundo nivel categórico, agrupa unidades de tierra por su calidad agrológica dentro de cada grupo. Esta calidad integra la fertilidad del suelo, sus propiedades físicas, la dinámica hídrica, el relieve y el clima, resumiendo el potencial del suelo para la producción vegetal bajo prácticas de manejo específicas (Decreto Supremo N° 0005-2022-MIDAGRI, 2022).

Se establecen tres clases de calidad agrológica:

- **Clase de Calidad Alta (1):** Se refiere a suelos con un elevado potencial de uso, donde la producción puede ser sostenida con la aplicación de medidas de empleo y preservación sencillas.
- **Clase de Calidad Media (2):** Incluye suelos de potencialidad media que necesitan prácticas de empleo y preservación de intensidad moderada.
- **Clase de Calidad Baja (3):** Abarca suelos de menor potencialidad que requieren prácticas de empleo y preservación de mayor intensidad y cuidado para su uso sostenible.

De acuerdo con el Decreto Supremo N° 0005-2022-MIDAGRI (2022) las clases de CUM de suelos se clasifican en función de su calidad agrológica. Ver Tabla 3.

**Tabla 3.** Clases de Capacidad de Uso Mayor

Grupo de Uso Mayor	Clase (Símbolo)	Calidad Agrológica	Descripción clave
Tierras para Cultivo en Limpio (A)	A1	Alta	Terrenos de alta calidad con mínimas limitaciones, aptos para un uso intensivo y sostenible con prácticas de empleo sencillas.
	A2	Media	Terrenos con limitaciones moderadas que reducen la diversidad y producción de las plantaciones, requiriendo el adecuado manejo y preservación del suelo.
	A3	Baja	Terrenos con limitaciones severas que reducen significativamente las opciones de cultivo y el rendimiento, exigiendo prácticas intensivas de empleo y preservación.
Tierras para Cultivos	C1	Alta	Tierras de alta calidad, aptas para una amplia variedad de cultivos poco intensivos.

Permanentes (C)	C2	Media	Tierras de calidad media, con variedad de cultivos limitado, que necesitan empleo moderado de preservación.
	C3	Baja	Suelos con limitaciones severas que exigen prácticas intensas de empleo y preservación para una producción sostenible
	P1	Alta	Tierras de alta calidad para pastos, con ligeras limitaciones y prácticas sencillas de manejo.
Tierras para Pastos (P)	P2	Media	Suelos de calidad media para pastos, restricciones más intensas que requieren prácticas moderadas de manejo.
	P3	Baja	Los terrenos con limitaciones significativas para el crecimiento de pastos requieren un manejo intensivo para el desarrollo sostenible de la ganadería.
	F1	Alta	Los terrenos forestales de alta calidad con limitaciones menores permiten el uso sostenible de los recursos forestales y de la fauna silvestre.
Tierras de Aptitud Forestal (F)	F2	Media	Los suelos de calidad media con restricciones notables permiten el uso sostenible de los recursos forestales y de la fauna silvestre.
	F3	Baja	Los terrenos con limitaciones significativas, valorados por sus servicios ecosistémicos, permiten el uso sostenible de los recursos forestales y de la fauna silvestre.
	No aplica	No aplica	Estas áreas no se clasifican dentro de ninguna categoría principal de capacidad de uso de la tierra. Su empleo se define exclusivamente por la Zonificación Forestal.

Fuente: Decreto Supremo N° 0005-2022-MIDAGRI (2022)

#### 2.4.2.3. Subclases por limitaciones y condiciones especiales

Según Decreto Supremo N° 0005-2022-MIDAGRI (2022) la tercera categoría del sistema identifica la naturaleza específica de los factores que limitan el uso de la tierra. Se reconocen seis tipos de limitaciones fundamentales y tres condiciones especiales. Seguidamente, se presenta la categoría en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Subclases por limitaciones y condiciones especiales

Categoría	Símbolo	Tipo de restricción o condición	Descripción
Limitaciones Fundamentales	(s)	Por Suelo	Restricciones inherentes al perfil edáfico, incluyendo la profundidad efectiva, textura, contenido de grava, pH o baja fertilidad natural.
	(l)	Por Sales	Restricción causada por la concentración excesiva de sales en el suelo, lo cual limita el

			desarrollo vegetal, especialmente en regiones áridas.
	(e)	Por Topografía - Riesgo de Erosión	Limitación asociada a las características del relieve (grado de pendiente), que incrementa la escorrentía superficial y la susceptibilidad del suelo a la erosión.
	(w)	Por Drenaje	Restricción originada por el exceso de agua en el perfil del suelo, una condición que afecta negativamente la productividad y la aireación radicular.
	(i)	Por Riesgo de Inundación	Característica de áreas susceptibles a inundaciones estacionales (ej. Amazonía o valles costeros), lo cual compromete de forma temporal o recurrente el uso del suelo.
	(c)	Por Clima	Limitación vinculada a condiciones bioclimáticas adversas, como heladas, sequías prolongadas, exceso de precipitaciones o fluctuaciones térmicas extremas.
	(t)	Uso Temporal	Indica que el aprovechamiento, generalmente de pastos, es estacional y está restringido por una disponibilidad hídrica limitada.
Condiciones Especiales	(a)	Presencia de Terraceo - Andenería	Se aplica a terrenos originalmente con pendientes pronunciadas que han sido modificados con andenes para mitigar el riesgo de erosión y permitir el cultivo.
	(r)	Riego	Señala la necesidad de aplicar riego, ya sea perenne o suplementario, para posibilitar o mejorar el desarrollo de cultivos en condiciones de aridez.

Fuente: Decreto Supremo N° 0005-2022-MIDAGRI (2022)

### 2.4.3. Propiedades y parámetros edáficos relevantes.

#### a. Topografía o relieve

##### - Pendiente

La pendiente es un factor determinante en el régimen hidrológico, especialmente en cuencas pequeñas, y es uno de los parámetros fundamentales en la ordenación agrohidrológica. (Londoño, 2001). El grado de pendiente, junto con su longitud y forma, influye significativamente en la distribución de las aguas de escorrentía, controlando el drenaje externo y, consecuentemente, la susceptibilidad a la erosión (Decreto Supremo N° 0005-2022-MIDAGRI, 2022). Las pérdidas de suelo son mucho mayores en terrenos con pendiente pronunciada y extensa (Gaspari et al., 2010).

**Tabla 5.** Clases de pendiente - pendiente corta

<b>Pendiente corta (%)</b>	<b>Denominación</b>
0 – 4	Plana a ligeramente inclinada
4 – 8	Moderadamente inclinada
8 – 15	Fuertemente inclinada
15 – 25	Moderadamente empinada
25 – 50	Empinada
50 – 75	Muy empinada
> 75	Extremadamente empinada

Fuente: Decreto Supremo N.º 0005-2022-MIDAGRI, 2022, p.22

**Tabla 6.** Clases de pendiente - pendiente larga

<b>Pendiente larga (%)</b>	<b>Denominación</b>
0 – 2	Plana o casi a nivel
2 – 4	Ligeramente inclinada
4 – 8	Moderadamente inclinada
8 – 15	Fuertemente inclinada
15 – 25	Moderadamente empinada
25 – 50	Empinada
50 – 75	Muy empinada
> 75	Extremadamente empinada

Fuente: Decreto Supremo N.º 0005-2022-MIDAGRI, 2022, p.22

#### - **Microtopografía o microrelieve**

Según Decreto Supremo N.º 0005-2022-MIDAGRI (2022) señala que, se refiere a las variaciones a pequeña escala de la superficie del terreno. Aunque menos detallado que la pendiente general, se utiliza como un factor edáfico en la CTCUM. Su consideración es parte de la restricción por topografía y riesgo de erosión. Las variaciones suaves son más convenientes, ya que controlan la escorrentía, mientras que el microrelieve ondulado o microquebrado puede ser un factor limitante que influye en los costos de nivelación y el riesgo de erosión (Zeballos & Trigoso, 2013).

**Tabla 7.** Clases de microrelieve

<b>Símbolo</b>	<b>Clase</b>	<b>Descripción</b>
1	Plano	Ausencia de elevaciones y depresiones
2	Ondulado suave	Con elevaciones y depresiones muy espaciadas
3	Ondulado	Con elevaciones y depresiones de igual profundidad y ancho
4	Microquebrado o microaccidentado	Con elevaciones y depresiones más profundas que anchas

Fuente: Decreto Supremo N.º 0005-2022-MIDAGRI, 2022, p.23

### **b. Profundidad efectiva del suelo**

Según Decreto Supremo N.º 0005-2022-MIDAGRI (2022) menciona que, es la capa de suelo utilizable por la vegetación para la exploración radicular y la absorción de recursos. Su profundidad está restringida por la presencia de roca madre (contacto lítico), materiales consolidados o cementados (como duripan o horizonte petrocálcico), o un nivel freático permanente que restrinja el desarrollo normal de las plantas.

Esta característica es crítica, ya que afecta directamente las condiciones de enraizamiento y la capacidad de retención de humedad. Los suelos con profundidades efectivas someras (ej. menos de 50 cm) representan una limitación significativa para la agricultura (Falcón et al., 2014).

**Tabla 8.** Clases de profundidad efectiva

<b>Profundidad (cm)</b>	<b>Denominación</b>
Menos de 25	Muy superficiales
25 – 50	Superficiales
50 – 100	Moderadamente profundo
100 – 150	Profundo
Más de 150	Muy Profundo

Fuente: Decreto Supremo N.º 0005-2022-MIDAGRI, 2022, p.23

### **c. Textura**

Según Decreto Supremo N.º 0005-2022-MIDAGRI (2022) explica que, la textura es la cantidad de partículas minerales (arena, limo y arcilla, con diámetros de hasta 2 mm) que componen el suelo. Se toma en cuenta la textura que prevalece en la capa superficial de hasta 100 cm. Según FAO (2014) la textura influye en la facilidad de trabajo de la tierra, la

retención de agua y la velocidad de infiltración. Los suelos arcillosos, por ejemplo, retienen grandes cantidades de humedad y nutrientes, siendo aptos para la agricultura, pero difíciles de cultivar cuando están húmedos o secos.

**Tabla 9.** Grupos texturales

Simbología	Grupos texturales	Texturas
G	Gruesa	Arena (A)
		Arena franca (AF)
MG	Moderadamente Gruesa	Franco arenoso (FA)
		Franco (F)
M	Media	Franco Limoso (FL)
		Limoso (L)
		Franco arcilloso (FAr)
MF	Moderadamente Fina	Franco arcillo limoso (FArA)
		Franco arcillo arenoso (FArL)
		Arcillo arenoso (ArA)
F	Fina	Arcillo limoso (ArL)
		Arcilloso (Ar)

Fuente: Decreto Supremo N.º 0005-2022-MIDAGRI, 2022, p.23

#### d. Fragmentos rocosos

Según Decreto Supremo N.º 0005-2022-MIDAGRI (2022) Los fragmentos rocosos (grava, piedras, etc.) son elementos gruesos del suelo (> 2 mm de diámetro). Su clasificación se realiza por el volumen de suelo que ocupan, y son un factor edáfico considerado en la CUM. Son factores edáficos que influyen en el estado de los nutrientes, el movimiento del agua y el uso y manejo de la tierra (Gaspari et al., 2010). La presencia de fragmentos gruesos, si es significativa, puede limitar el desarrollo de las raíces y dificultar el cultivo (FAO, 2014).

**Tabla 10.** Clases de fragmentos rocosos

Símbolo	Clase	Descripción
0	Libre	Contiene menos del 5 % de fragmentos de roca en volumen.
1	Ligeramente (gravoso, guijarroso y/o pedregoso)	Contiene menos del 15 % de fragmentos de roca en volumen.

2	Moderadamente (gravoso, guijarroso y/o pedregoso)	Contiene 15 % y el 35 % de fragmentos de roca en volumen.
3	Fuertemente (gravoso, guijarroso y/o pedregoso)	Contiene 35 % y el 60 % de fragmentos de roca en volumen.
4	Muy fuertemente (gravoso, guijarroso y/o guijarroso)	Contiene más de 60 % de fragmentos roca por volumen.

Fuente: Decreto Supremo N.º 0005-2022-MIDAGRI, 2022, p.23

#### e. Pedregosidad superficial

El Decreto Supremo N.º 0005-2022-MIDAGRI (2022) define la pedregosidad como la proporción de piedras mayores de 25 cm de diámetro en la superficie del suelo. Una alta pedregosidad dificulta las labores de labranza y limita el uso agrícola.

**Tabla 11.** Clases de pedregosidad superficial

Símbolo	Clase	Descripción
0	Libre a ligeramente pedregoso	Interferencia mínima. Las piedras cubren entre el 0,01 % y el 0,1 % de la superficie, con algunas piedras dispersas a más de 20 m de distancia. No afectan al cultivo.
1	Moderadamente pedregoso	Las piedras cubren entre el 0,1 % y el 3 % de la superficie, dispersa entre 3 y 20 m de distancia, lo que dificulta el cultivo y requiere su eliminación para cultivos temporales.
2	Pedregoso	Las piedras cubren entre el 3 % y el 15 % de la superficie, dispersas entre 1 y 3 m de distancia, lo que impide los cultivos temporales, pero permite los permanentes
3	Muy pedregoso	Las piedras cubren entre el 15 % y el 50 % de la superficie, dispersa entre 0,5 y 1 m de distancia, lo que impide todo cultivo rentable, pero permite el pastoreo o la extracción de madera.
4	Extremadamente pedregoso	Las piedras cubren entre el 50 y el 90 % de la superficie, espaciada a menos de 0,5 m, lo que impide cualquier uso económico, incluida la ganadería y la silvicultura.

Fuente: Decreto Supremo N.º 0005-2022-MIDAGRI, 2022, p.24

#### f. Drenaje

Según Decreto Supremo N.º 0005-2022-MIDAGRI (2022) indica que, es la velocidad e intensidad con que el agua se remueve del suelo, tanto por escorrentía

superficial como por infiltración (drenaje interno). Está relacionado con la facilidad con que el agua se mueve<sup>02</sup> por el perfil del suelo. Cuando el drenaje es pobre o se presenta estancamiento periódico de agua, se generan condiciones de saturación que dan lugar a la hidromorfia (FAO, 2014). El drenaje deficiente resulta en una limitación para la productividad de las tierras, ya que afecta las condiciones de oxígeno requeridas por las raíces, influyendo también en la profundidad efectiva. (Falcón et al., 2014).

**Tabla 12.** Clases de drenaje

Símbolo	Clases	Descripción
A	Excesivo	El agua se drena muy rápidamente en suelos arenosos o muy porosos, áreas muy empinadas, o ambas; puede incluir subgrupos líticos.
B	Algo excesivo	El agua se drena rápidamente en suelos porosos de permeabilidad moderadamente rápida y/o escurrimiento rápido, áreas empinadas, o ambas. El solum normalmente no presenta moteaduras ni gley.
C	Bueno	El agua se drena con facilidad, pero no rápidamente, generalmente en suelos de textura media. Pueden aparecer moteaduras de gley en la parte inferior del horizonte C o a profundidades mayores.
D	Moderado	El agua se drena algo lentamente, manteniendo el perfil húmedo por un período breve pero significativo. Esto ocurre en suelos con capas freáticas algo altas o capas ligeramente impermeables, frecuentemente con moteaduras de gley en el horizonte B.
E	Imperfecto	El agua se elimina lentamente, manteniendo el suelo húmedo por periodos prolongados, pero no de forma continua. Esto ocurre, por ejemplo, en suelos con capa freática alta o con una capa superficial poco permeable, donde frecuentemente se observan moteaduras de gley en la parte inferior del horizonte A o justo debajo.
F	Pobre	El agua se elimina del suelo tan lentamente que este permanece húmedo por mucho tiempo, como ocurre en suelos con capa freática alta, capa superficial poco permeable, filtraciones o áreas ligeramente deprimidas.
G	Muy pobre	El agua se elimina tan lentamente del suelo que se mantiene una capa superficial casi todo el año, lo que impide el crecimiento de plantas mesofíticas. Estos suelos, a menudo inundados, se localizan en áreas planas o deprimidas.

### g. Reacción del suelo (pH)

El Decreto Supremo N.º 0005-2022-MIDAGRI (2022) define el pH como una característica edáfica intrínseca que afecta la fertilidad del suelo, midiendo su acidez o alcalinidad. Para determinar la CUM, se calcula un promedio ponderado del pH, generalmente entre 15 y 50 cm de profundidad. El pH, influenciado por la actividad del ion hidrógeno, indica los nutrientes disponibles para los cultivos y regula diversas funciones edáficas. (FAO, 2009).

**Tabla 13.** Clasificación de pH del suelo

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

Fuente: Decreto Supremo N.º 0005-2022-MIDAGRI, 2022, p.24

### h. Erosión hídrica

Según Decreto Supremo N.º 0005-2022-MIDAGRI (2022) Se establece que la erosión implica la separación, el transporte y la sedimentación de los materiales edáficos a causa de la escorrentía. La erosión es una fase de degradación del suelo, que se produce por la acción del agua, generando la remoción de las capas superficiales y afectando su fertilidad al arrastrar las partículas finas (Gaspari et al., 2010).

**Tabla 14.** Grado de erosión hídrica

Grado de erosión	Descripción
Muy ligera	Observamos erosión difusa caracterizada por la remoción imperceptible de partículas de tierra.
Ligera	Observamos erosión laminar, caracterizada por la remoción laminar casi imperceptible de partículas de suelo y presencia de canalículos, sin surcos ni cárcavas.

Moderada	Observamos erosión con presencia de una cantidad regular de surcos, con ausencia o escasez de cárcavas
Severa	Presencia abundante de surcos y cárcavas no corregibles mediante labores de cultivo
Extrema	Suelos prácticamente destruidos o truncados, con abundantes cárcavas que conforman "badlands".

Fuente: Decreto Supremo N.º 0005-2022-MIDAGRI, 2022, p.25

### i. Salinidad

Según Decreto Supremo N.º 0005-2022-MIDAGRI (2022) indica que, se refiere al contenido de sales solubles o la dominancia de sodio en el complejo de intercambio, factores que son nocivos para el desarrollo de los cultivos. Aunque es un indicador del elemento edáfico, se trata separadamente por su importancia, especialmente en zonas áridas o de baja posición en el relieve donde la alta evapotranspiración produce una acumulación de sales en el perfil. (Guimarey Minaya, 2018).

**Tabla 15.** Clases de salinidad

Símbolo	Clase	Descripción
0	No salino	Suelos con CE menor de 2 dS m <sup>-1</sup> : la salinidad no limita el desarrollo de especies sensibles.
1	Muy ligeramente salino	Suelos con CE de 2 - 4 dS m <sup>-1</sup> : la salinidad limita el desarrollo de especies sensibles.
2	Ligeramente salino	Suelos con CE de 4 - 8 dS m <sup>-1</sup> : la salinidad inhibe el desarrollo de especies sensibles, pero permite el desarrollo normal de especies tolerantes.
3	Moderadamente salino	Suelos con CE de 8 - 16 dS m <sup>-1</sup> : la salinidad permite el desarrollo de especies tolerantes.
4	Fuertemente salino	Suelos con CE mayor de 16 dS m <sup>-1</sup> : la salinidad solo permite el desarrollo de especies muy tolerantes.

Fuente: Decreto Supremo N.º 0005-2022-MIDAGRI, 2022, p.25

### j. Riesgo de inundación

Según (Decreto Supremo N.º 0005-2022-MIDAGRI, 2022) indica los riesgos por inundaciones estacionales y fluviales. Es un factor limitante que considera la frecuencia, extensión y duración de las inundaciones. Según (Gaspari et al., 2010) Indica la susceptibilidad de una zona a inundaciones periódicas o estacionales. La ocurrencia de anegamiento está estrechamente ligada a las condiciones de drenaje. Las áreas sujetas a inundaciones recurrentes se definen como planicies de inundación.

**Tabla 16.** Clases de inundación

<b>Símbolo</b>	<b>Grado de inundación</b>	<b>Descripción</b>
0	Sin riesgo o sin peligro	Incluye inundaciones excepcionales de breve duración. La lámina de agua retenida es poco profunda y de corta duración en ciertos meses, permitiendo cultivos tanto perennes como estacionales.
1	Ligera	La lámina de agua acumulada es profunda y de duración moderada cada año. Esto dificulta o imposibilita los cultivos perennes, pero permite el cultivo estacional de algunas plantas o pastos.
2	Moderada	La lámina de agua retenida es profunda, frecuente y de duración muy prolongada, impidiendo la instalación de cualquier cultivo o el cultivo continuo de pastos.
3	Severa	De duración casi permanente.
4	Extrema	

Fuente: Decreto Supremo N.º 0005-2022-MIDAGRI, 2022, p.25

#### **k. Fertilidad del suelo**

El Decreto Supremo N.º 0005-2022-MIDAGRI (2022) define la capacidad de proveer nutrientes para el desarrollo vegetal como calidad agrológica de la tierra. Esta calidad, fundamental para la clasificación de la CUM, se basa en un análisis integrado de las propiedades edáficas, que abarca la fertilidad, la condición estructural y la interacción suelo-agua. Los niveles de fertilidad (Bajo, Medio, Alto) se determinan en laboratorio mediante el análisis de parámetros como materia orgánica, fósforo disponible y potasio disponible, para la planificación del uso del suelo.

**Tabla 17.** Categorías de fertilidad natural

<b>Símbolo</b>	<b>Clase</b>	<b>Descripción</b>
1	Fertilidad Alta	Cuando hay niveles elevados de MO, P y/o K.
2	Fertilidad Media	Cuando el contenido de MO, P o K es medio, los otros presentan niveles altos.
3	Fertilidad Baja	Cuando al menos uno de los contenidos de MO, P o K presenta un nivel bajo.

Fuente: Decreto Supremo N.º 0005-2022-MIDAGRI, 2022, p.25

## 2.5. Conflictos de uso del suelo: marco conceptual y metodológico

### 2.5.1. Definición y conceptualización del conflicto

El conflicto de uso del suelo se concibe como la discrepancia entre el uso actual del terreno y el uso que este podría soportar de manera sostenible. En la práctica se identifica comparando el uso actual con la capacidad o uso potencial del suelo (Boyacá, 2002). Así, según Valderrama, (2014) un conflicto de uso se define como “la magnitud de la diferencia existente entre la oferta productiva del suelo y las exigencias del uso actual del mismo”.

Esta conceptualización reconoce que cuando existe desequilibrio entre el uso actual y la vocación natural del suelo, se evidencian conflictos que se constituyen como un elemento restrictivo para el uso sostenido del recurso edáfico y la sostenibilidad territorial (Gobierno Regional de Cajamarca, 2018).

El análisis de conflictos surge en los estudios de Zonificación Ecológica Económica para identificar de forma sencilla y práctica áreas con uso no concordante con su vocación natural, o espacios en uso conforme pero con problemas ambientales por el mal uso de los recursos (Gobierno Regional de Cajamarca, 2018).

Los conflictos de uso pueden manifestarse tanto por el uso inadecuado del recurso suelo como por presiones socioeconómicas que fuerzan la utilización de tierras más allá de su capacidad natural de soporte (Muñoz & Pérez, 2017). En este contexto, el objetivo principal del análisis de conflictos es brindar información que oriente la formulación de estrategias de intervención para diseñar programas o proyectos orientados a recuperar estos espacios y lograr que sean utilizados de acuerdo a su vocación natural (Zeballos & Trigoso, 2013).

### 2.5.2. Tipologías de conflictos

Se consigna tres tipologías de conflictos, el cual se puede identificar en la Tabla 18.

**Tabla 18.** Tipologías de conflictos

Tipología de conflicto	Definición	Color en el mapa
Uso conforme	Se refiere a los casos en que el uso actual coincide con el uso potencial o con la vocación deseada del suelo.	verde
Sub uso	Se da cuando el uso actual es inferior al potencial o capacidad del suelo. En esta situación el terreno tiene	Amarillo

---

	recursos no aprovechados o se destina a usos de baja intensidad productiva.	
Sobre uso	Ocurre cuando el uso actual excede la capacidad del suelo o supera su vocación productiva. Esto significa que se extraen recursos a un ritmo mayor del que la tierra puede renovar sin degradarse.	rojo

---

Fuente: (Gobierno Regional de Cajamarca, 2018)

### 2.5.3. Determinación de conflictos (contraste entre CUM y UAT)

La determinación de conflictos de uso del suelo se realiza mediante el contraste sistemático entre la Capacidad de Uso Mayor (CUM) y el Uso Actual de la Tierra (UAT), utilizando metodologías de análisis espacial que permiten la identificación y cuantificación de las discrepancias entre ambas variables. (Gobierno Regional de Cajamarca, 2011). El proceso metodológico comprende varias etapas secuenciales: (a) la generación de mapas temáticos de CUM y UAT a escalas compatibles; (b) la estandarización de las leyendas y clasificaciones para permitir la comparación directa; (c) la aplicación de matrices de confrontación que establecen las relaciones entre categorías de CUM y UAT; (d) la superposición espacial mediante SIG; y (e) la categorización de los resultados según tipos de conflicto identificados. (Gobierno Regional de Cajamarca, 2010)

La matriz multicriterio (Tabla 19) constituye la herramienta analítica fundamental que establece las reglas de decisión para la clasificación de conflictos. Esta matriz define, para cada combinación posible entre categorías de CUM y UAT, si el resultado corresponde a uso conforme, sobreuso o subuso, basándose en criterios técnicos establecidos y el conocimiento experto sobre las implicaciones de cada tipo de uso. (Gobierno Regional de Cajamarca, 2010)

El análisis espacial mediante SIG permite no solo la identificación de conflictos, sino también su cuantificación en términos de superficie afectada, su distribución espacial, y la identificación de patrones y tendencias. (Autoridad Nacional del Agua, 2021).

**Tabla 19.** Matriz multicriterio para la obtención de los conflictos de uso de la tierra

		<b>Coberturas y Uso Actual de Tierras</b>							
		<b>Cuerpos de Agua</b>	<b>Tierras con Áreas Urbanas</b>	<b>Tierras con Bosques Primarios</b>	<b>Tierras con Bosques Secundarios</b>	<b>Tierras con Cultivos Agrícolas</b>	<b>Tierras con Plantaciones Forestales</b>	<b>Mosaico de Cultivos</b>	<b>Tierra con Pastos Naturales</b>
<b>Capacidad de Uso Mayor de Tierras</b>	Tierras Aptas para Cultivos en Limpio - A	N.A	N.A	Sub Uso	Sub Uso	Uso Conforme	Sub Uso	Uso Conforme	Sub Uso
	Tierras Aptas para Cultivos Permanentes - C	N.A	N.A	Sub Uso	Sub Uso	Sobre Uso	Sub Uso	Sobre Uso	Sub Uso
	Tierras Aptas para Producción Forestal - F	N.A	N.A	Uso Conforme	Uso Conforme	Sobre Uso	Uso Conforme	Sobre Uso	Sub Uso
	Tierras Aptas para Pastos - P	N.A	N.A	Sub Uso	Sub Uso	Sobre Uso	Sub Uso	Sobre Uso	Uso Conforme
	Tierras Aptas para Protección - X	N.A	N.A	Uso Conforme	Uso Conforme	Sobre Uso	Sobre Uso	Sobre Uso	Uso Conforme

Fuente : (Gobierno Regional de Cajamarca, 2011)

## 2.6. Aplicación de Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Los SIG constituyen herramientas invaluable para la planificación territorial y el análisis de conflictos de uso del suelo, ya que permite la gestión completa de la información geográfica, desde su obtención y almacenamiento hasta su análisis y representación final (Gobierno Regional de Cajamarca, 2011). Los SIG se aplican extensamente en la evaluación de conflictos ambientales y son esenciales para brindar un marco de referencia para la gestión ambiental orientada al ordenamiento del territorio (Ciminari et al., 2005)

Los SIG, al ser un sistema de información dinámico, permiten a los administradores ajustar sus estrategias en respuesta a los alteraciones que ocurrirían en la cuenca, proporcionando una base de datos más permanente que el plan en sí mismo (Londoño Arango, 2001). Asimismo, facilitan el levantamiento y el procesamiento de datos a partir de imágenes satelitales y técnicas de percepción remota, lo que contribuye al desarrollo de sistemas de monitoreo e información (Gaspari et al., 2010)

La aplicación de los SIG permite la recopilación, almacenamiento, manipulación, procesamiento, cartografía y cuantificación de áreas (Braz et al., 2020) . Su principal utilidad en el análisis de conflictos radica en su capacidad para realizar la superposición cartográfica de mapas temáticos, como el mapa de UAT y el mapa de CUM, un paso crucial para la determinación y representación espacial de las áreas en conflicto (Ciminari et al., 2005)

En la evaluación de conflictos de uso del suelo, los SIG son una valiosa herramienta que integran las operaciones fundamentales de bases de datos aprovechando las ventajas de visualización y análisis espacial inherentes a la cartografía, lo que incluye la definición de la topología y las interconexiones espaciales entre los diferentes elementos (Gaspari et al., 2010). La confrontación de usos se realiza a través de la superposición geoespacial de capas temáticas (Gobierno Regional de Loreto, 2013). Esta representación espacial permite el análisis de interacciones complejas entre una multiplicidad de variables biofísicas y socioeconómicas, lo cual es esencial para identificar conflictos por sobreuso o subuso (Ciminari et al., 2005).

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución

##### 3.1.1. Ubicación política y geográfica

Se desarrolló en la cuenca Bolsón Cuchara, lo conforma el río Cuchara, que abarca los distritos de Rupa Rupa y José Crespo y Castillo, pertenecientes a la provincia de Leoncio Prado, en la región Huánuco. El área del sector Bolsón Cuchara incluye los caseríos de Venenillo, Bartolomé Herrera, Santa Martha, Julio César Tello, Corvina, Los Cedros y Chontayacu.

El río Cuchara constituye el curso principal de la cuenca y actúa como afluente por la margen izquierda del río Huallaga, ubicado entre la Cordillera Azul y la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes.

**Tabla 20.** Ubicación política y geográfica

Categoría	Subcategoría	Detalle
Ubicación Política y Administrativa	<b>Cuenca de Estudio:</b>	Bolsón Cuchara
	<b>Distritos que Comprende:</b>	Rupa Rupa y José Crespo y Castillo
	<b>Provincia:</b>	Leoncio Prado
	<b>Región:</b>	Huánuco
	<b>Límites Políticos (Distritos):</b>	Norte: <i>José Crespo y Castillo</i> Este: <i>José Crespo y Castillo</i> Oeste: <i>Rupa Rupa</i> Sur: <i>Rupa Rupa</i>
	<b>Río Principal de la cuenca:</b>	Río Cuchara
Ubicación Geográfica e Hidrográfica	<b>Límites de Cuenca:</b>	Norte: <i>Cuenca del Río Huallaga</i> Este: <i>Cuenca del Río Huallaga</i> Oeste: <i>Subcuenca del río Magdalena</i> Sur: <i>Subcuenca del río Monzón</i>
	<b>Área de la Cuenca:</b>	13,166.95 Has.
	<b>Perímetro de la Cuenca:</b>	34,890.15 ml (metros lineales)
Datos Métricos y Coordenadas	<b>Altitudes:</b>	Desde 640 a 1,280 m.s.n.m.
	<b>Coordenadas UTM:</b>	Norte: 8°995,163 m Este: 379,697 m
	<b>Coordenadas Geográficas:</b>	Latitud: 09°05'19.22" S Longitud: 76°05'41.01" O

### **3.1.2. Características generales del lugar de ejecución**

#### **3.1.2.1. Clima**

La cuenca Bolsón Cuchara presenta un clima tropical cálido y húmedo, característico de la región de selva alta. El área corresponde a un clima muy lluvioso, cálido y semicálido en verano. Las temperaturas medias anuales oscilan entre 18°C y 35°C, durante la temporada de lluvias la temperatura promedio se sitúa entre 20 °C y 33 °C, con una media de 28 °C registrada en la estación meteorológica de Tingo María (Guimarey, 2018).

Las precipitaciones son abundantes y superan los 3,000 mm anuales, con valores que pueden alcanzar hasta 3,900 mm en los sectores más expuestos a las masas de aire húmedo que provienen de la cuenca amazónica (Guimarey, 2018; Rivera, 2025). El período de lluvias prolongadas se extiende entre los meses de diciembre a marzo, mientras que los meses de menor precipitación corresponden a los meses de mayo a septiembre, aunque sin configurar una época seca marcada. La humedad relativa es consistentemente alta, con una media superior al 80% manteniendo condiciones de alta humedad ambiental durante todo el año (Rivera, 2025). Es relevante destacar la presencia de microclimas con variaciones pluviales y térmicas notables en distancias cortas (200 a 500 metros) (Guimarey, 2018).

El clima de la zona está influenciado por su posición entre la Cordillera Oriental y la llanura amazónica, que genera un efecto orográfico favoreciendo la condensación de las masas de aire cargadas de humedad. Los fenómenos de friajes, característicos de la región, ocurren en los meses de julio y agosto, aunque su frecuencia y duración son variables (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, 2011).

#### **3.1.2.2. Fisiografía**

La cuenca del Bolsón Cuchara tiene una fisiografía compleja, resultado de la combinación de elementos tectónicos, orogénicos, litológicos y climáticos. Su relieve accidentado, propio de una zona de transición andino-amazónica, da lugar a una marcada variabilidad en formas, pendientes y alturas.

En las zonas de menor altitud predominan valles y terrazas aluviales con topografía plana o ligeramente ondulada, conformadas por sedimentos recientes y antiguos depositados por el río Huallaga y sus tributarios. Estas áreas presentan pendientes suaves (0 % a 4 %) y suelos con alta aptitud agrícola, especialmente para cultivos en limpio, pastos y cultivos perennes (Gobierno Regional de Huánuco, 2016)

En contraste, las zonas montañosas muestran pendientes pronunciadas y una morfología irregular producto de la erosión fluvial y la meteorización, donde predominan suelos delgados y escasa cobertura vegetal. Esta diversidad fisiográfica

influye directamente en la distribución de los suelos, la vegetación y los hábitats naturales dentro de la cuenca (Guimarey, 2018).

Finalmente, las unidades fisiográficas que componen la cuenca del Bolsón Cuchara se presentan en el siguiente cuadro, el cual resume las principales propiedades morfológicas y altitudinales del territorio.

**Tabla 21.** Fisiografía de la cuenca Bolsón Cuchara

Unidades fisiográficas	Superficie	
	Ha	%
Terraza baja inundable	2,537.48	19.27
Terraza baja no inundable	240.29	1.82
Lomadas	255.31	1.94
Terraza media plana	2,155.38	16.37
Terraza media ondulada	260.11	1.98
Terraza alta plana	301.6	2.29
Terraza alta ondulada	42.23	0.32
Colina baja ligeramente disectada	229.16	1.74
Colina baja moderadamente disectada	392.45	2.98
Colina baja fuertemente disectada	36.4	0.28
Colina alta ligeramente disectada	543.49	4.13
Colina alta moderadamente disectada	2,364.52	17.96
Colina alta fuertemente disectada	699.43	5.31
Montaña baja	3,104.3	23.58
Montaña alta	4.8	0.04
<b>TOTAL</b>	<b>13,166.95</b>	<b>100</b>

### 3.1.3. Zonas de vida

La provincia de Leoncio Prado presenta cuatro tipos de zonas de vida — bosque muy húmedo, pluvial y húmedo premontano tropical, además del bosque muy húmedo montano tropical—, lo que pone de manifiesto la diversidad altitudinal y climática de su territorio.

Conforme al sistema de clasificación de Holdridge, la cuenca del Bolsón Cuchara se ubica principalmente en el Bosque Muy Húmedo Premontano Tropical (bmh-PT), con transición al Bosque Húmedo Tropical (bh-T). Estos ambientes, propios de la selva alta,

presentan temperaturas entre 18°C y 24°C y precipitaciones anuales de 2,000 a 4,000 mm. (Guimarey Minaya, 2018).

#### **3.1.4. Hidrología**

La cuenca Bolsón Cuchara forma parte del sistema hidrográfico del río Huallaga, importante afluente del río Marañón y componente de la cuenca alta del Amazonas. El río Huallaga se origina en la laguna de Huascacocha, al sur de la cordillera de Raura (departamento de Pasco), y recorre unos 1,138 km hasta su desembocadura en el Marañón (Aliaga, 2017).

La cuenca está ubicada en la margen izquierda del río Huallaga, dentro del valle de Tingo María. Los afluentes que la conforman nacen en las formaciones geológicas de la Cordillera Oriental, alcanzando en algunos casos más de 4,000 msnm. Estas corrientes de agua presentan baja concentración de minerales disueltos y salinidad reducida (<0.1%), siendo de tipo oligotrófico a mesotrófico (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), 2011).

La hidrografía en la cuenca incluye áreas constituidas por el cauce del río Bolsón y el río Cuchara, que fluyen de oeste a este hasta unirse al Huallaga. El régimen hidrológico de la cuenca está fuertemente influenciado por el patrón de precipitaciones, con caudales máximos durante los meses de enero a marzo y caudales mínimos en los meses de julio y agosto (Guimarey, 2018).

#### **3.1.5. Accesibilidad**

El acceso a las comunidades de la cuenca Bolsón Cuchara se realiza mediante vías secundarias y caminos rurales que se desprenden de la carretera principal. La Carretera Tingo María - Aucayacu, que conecta con el distrito de José Crespo y Castillo, constituye una vía importante para acceder a las comunidades de la margen izquierda del Huallaga. Esta carretera asfaltada recorre aproximadamente 28 km desde Tingo María hasta Aucayacu.

La accesibilidad a la Cuenca Bolsón Cuchara se realiza principalmente por vía terrestre a través de dos carreteras carrozables:

**a) Ruta Castillo Grande:** Se ingresa por el distrito de Castillo Grande hacia Venenillo. El trayecto en camioneta dura entre 1:30 a 2:00 horas, según la condición del camino, las cuales se ven afectadas por el clima. La vía principal al sector es por la carretera asfaltada Tingo María - Castillo Grande.

**b) Ruta Pendencia:** Se accede por el centro poblado de Pendencia, cruzando el Río Huallaga en bote, y luego continuando por una carretera que forma parte de la marginal

Fernando Belaúnde Terry. Esta ruta es más rápida, tomando entre 40 minutos a una hora en movilidad.

Una vez dentro, el desplazamiento interno entre los caseríos (como Los Cedros y Santa Martha) es por trocha carrozable, aunque la movilidad puede ser restringida, o a pie.

### **3.2. Materiales y equipos**

La investigación requirió una combinación de recursos cartográficos digitales y herramientas específicas para el trabajo de campo y gabinete. Esto incluyó la Carta Nacional 19K producida por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), de la cual se derivaron y postprocesaron curvas de nivel con un intervalo de 10 metros para el análisis topográfico. Esta información fue complementada con imágenes satelitales LANDSAT 8 y datos vectoriales (Shapefiles) del Gobierno Regional de Huánuco (GOREHCO - ZEE) sobre las zonas de vida y los límites político-administrativos (distritales, provinciales y departamentales), así como la ubicación de centros poblados.

El trabajo de campo se llevó a cabo con instrumentos manuales destinados a la exploración y muestreo de suelos. Estos incluyeron herramientas manuales para la excavación y toma de muestras (pala recta y pico), una wincha metálica de 5 metros para mediciones de dimensiones de perfiles, bolsas de polietileno transparente para la protección de las muestras, cinta de embalaje para el etiquetado, y material de registro como libreta de campo, rotulador y lapicero. La georreferenciación precisa de los puntos de estudio se efectuó mediante un receptor GPS Garmin y se utilizó una cámara digital para el registro visual.

Procesar y analizar la información se centralizó en gabinete, utilizando una computadora portátil HP Omen i5 con sistema operativo Windows 11 para la manipulación del software GIS y la elaboración del informe técnico.

### **3.3. Metodología**

Desarrollado bajo un enfoque cuantitativo y descriptivo, con el objetivo de analizar la vulnerabilidad del UAT en la cuenca Bolsón Cuchara, a partir de la comparación entre la cobertura actual y CUMT. La metodología se estructuró en tres etapas: clasificación de la tierra por CUMT, análisis del uso actual del suelo y estimación del conflicto de uso.

#### **3.3.1. Clasificación de tierra por su capacidad de uso mayor**

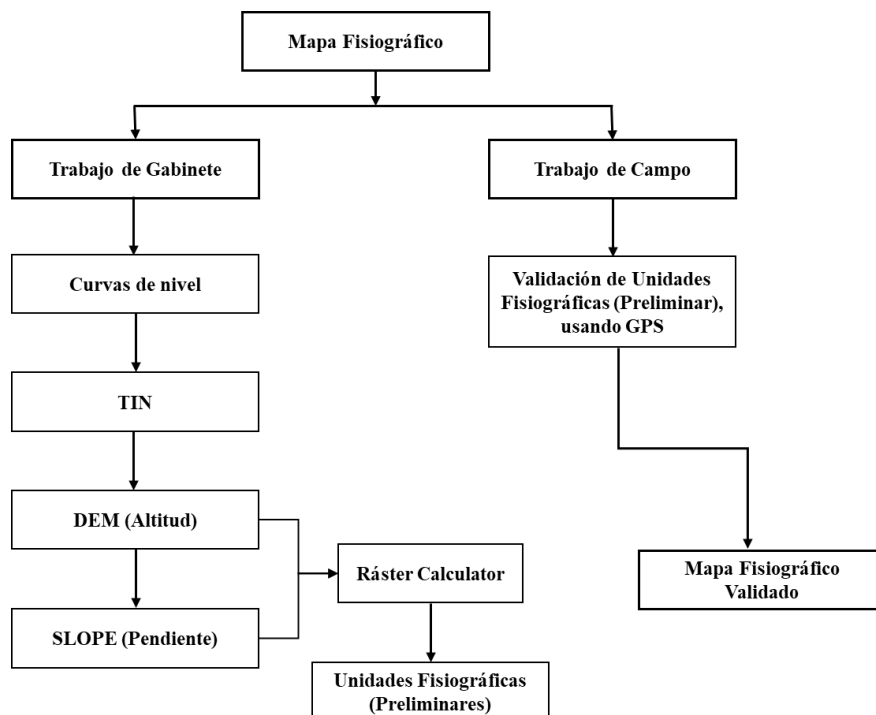
La determinación de la CUMT se basó en el Reglamento de Clasificación de Tierras y requirió una integración de análisis cartográfico, geomorfológico y edafológico:

### a) Recopilación y delimitación geoespacial

Se recopiló información cartográfica base (redes viales, hidrográficas, límites) en formato shapefile (Shp) de entidades estatales como el IGN y el MINAM. Se realizó la delimitación de la cuenca utilizando un Modelo de Elevación Digital (DEM) obtenido mediante la conversión de un TIN a ráster. Posteriormente, en el software ArcGIS, se emplearon las herramientas del módulo Spatial Analyst Tools > Hydrology. Se ejecutaron las etapas de llenado de depresiones (Fill), determinación de dirección y acumulación de flujo (Flow Direction y Flow Accumulation), identificación de cauces principales mediante la herramienta Stream to Feature y definición del punto de salida (Snap Pour Point). Finalmente, la herramienta Watershed permitió generar la cuenca delimitada, la cual fue convertida a formato poligonal.

### b) Elaboración del mapa base y elaboración del mapa fisiográfico

El mapa base integró la información geográfica fundamental del área de estudio: curvas de nivel, red hidrográfica, límites de cuenca, red vial y localización de centros poblados. Su elaboración se efectuó en ArcGIS, consolidando la cartografía general de referencia. Para la caracterización fisiográfica se aplicó la metodología propuesta por Walsh (2006), citada por Serafin (2016). Se generó un modelo TIN a partir de las curvas de nivel, el cual fue transformado en un Modelo de Elevación Digital (DEM). Con la herramienta Slope, se clasificó la pendiente del terreno, y mediante el Raster Calculator se delimitaron las unidades fisiográficas del área siguiendo la normativa nacional.



**Figura 1.** Esquema de elaboración del mapa fisiográfico

### c) Análisis edafológico (Suelos)

Se procedió con el muestreo mediante la excavación de calicatas (1.0 m x 0.80 m x 1.20 m) en cada unidad fisiográfica para realizar la descripción del perfil in situ. Se recolectó 1 Kg de muestra de suelo, que fue secada, rotulada y enviada al Laboratorio de Análisis de Suelos y Aguas (LASA Tingo María) para los análisis físicos y químicos permitiendo identificar propiedades como textura, MO, pH, N, P y K, CIC, C, Mg, Na y etc. Los resultados de laboratorio se interpretaron conforme al Reglamento de Clasificación de Tierras, sirviendo de base para la calificación de la aptitud y limitaciones del suelo.

**Tabla 22.** Distribución de puntos de muestreo de las clases fisiográficas identificadas

Unidades fisiográficas	Nº de calicatas
Terraza baja inundable	3
Lomadas	2
Terraza media plana	2
Terraza media ondulada	2
Terraza alta plana	4
Colina baja moderadamente disectada	5
Colina alta ligeramente disectada	2
Colina alta moderadamente disectada	6
Colina alta fuertemente disectada	1
Montaña baja	3
<b>Total</b>	<b>30</b>

### d) Interpretación de los análisis de suelos

Con base en los resultados de laboratorio y en los criterios del Reglamento de Clasificación de Tierras (Decreto Supremo N° 0005-2022-MIDAGRI, 2022), se efectuó la interpretación y posterior interpolación espacial de los datos, generando los mapas temáticos correspondientes para la cuenca Bolsón Cuchara.

**Tabla 23.** 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
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

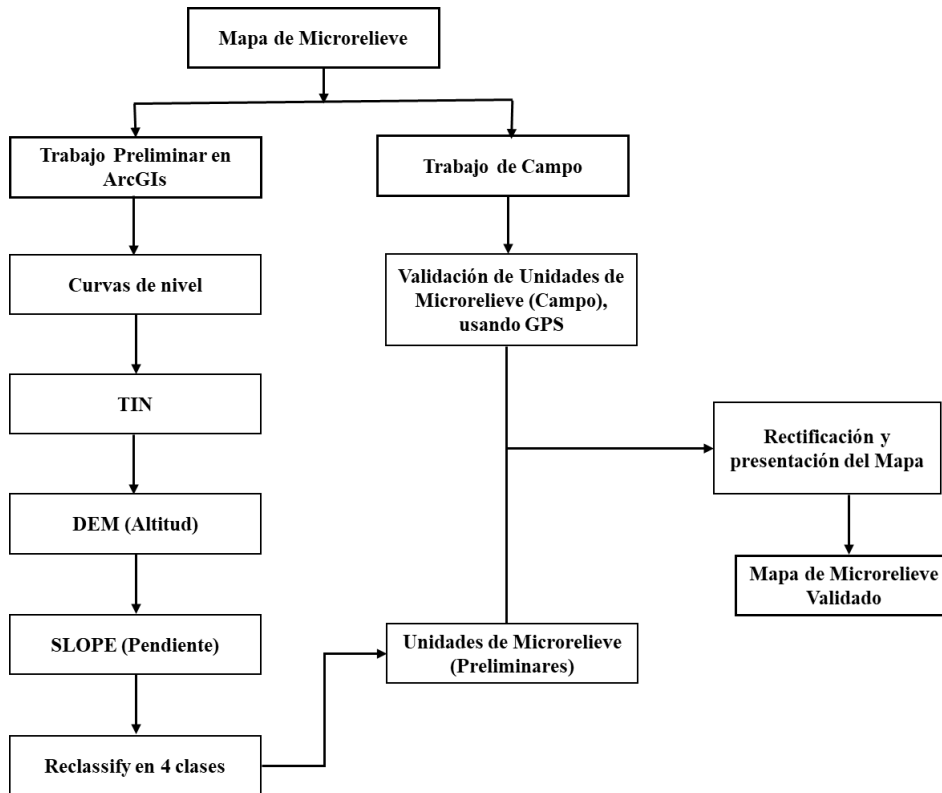
Fuente. (Fassbender & Bornemisza, 1987)

### 3.3.1.1. Elaboración de mapas temáticos

Según Decreto Supremo N° 0005-2022-MIDAGRI (2022) la Clasificación de Tierras por CUM sirvió de base normativa para la construcción y validación de los mapas temáticos requeridos: pendiente, micro relieve, fisiografía, erosión y ecológico.

#### ➤ Mapa de microrelieve

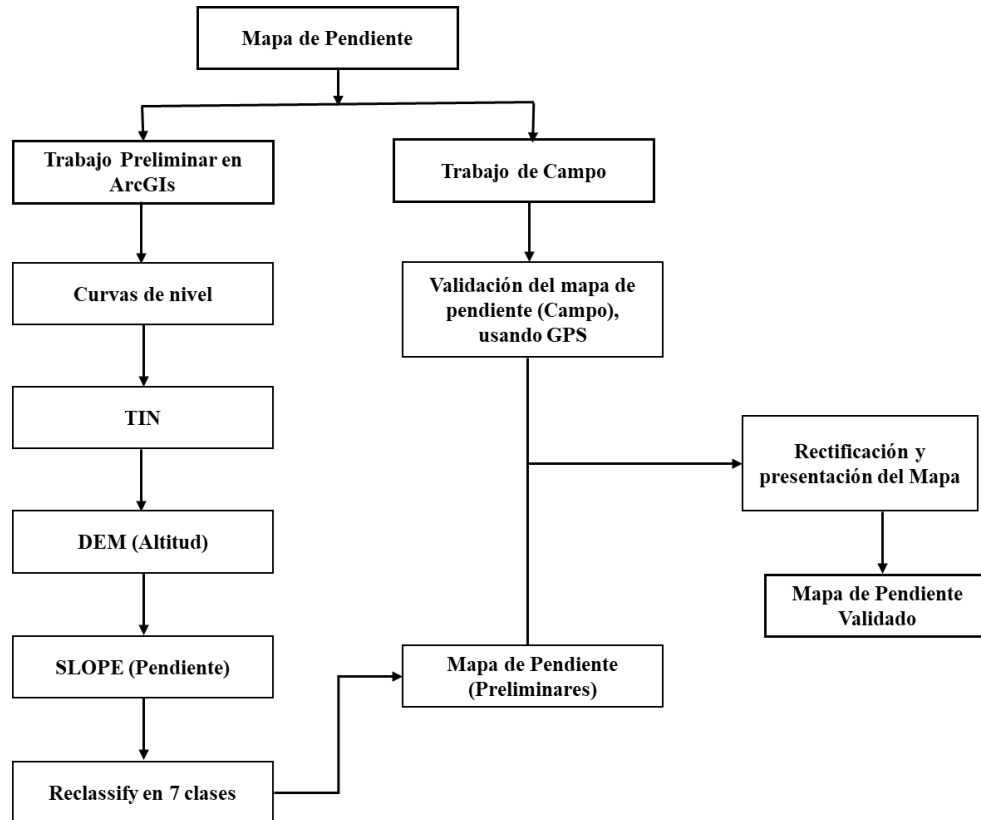
A partir de las curvas de nivel, se generó el TIN y su conversión a ráster (DEM). Mediante la herramienta Slope, se determinaron las pendientes y, con Reclassify, se clasificó el microrelieve en cuatro categorías principales.



**Figura 2.** Esquema de elaboración del mapa de microrelieve

### ➤ Mapa de pendiente

Se procesaron las curvas de nivel y, tras reclasificar el ráster obtenido, se establecieron siete clases de pendiente, de acuerdo con los criterios técnicos del Reglamento de Clasificación de Tierras (Decreto Supremo N° 0005-2022-MIDAGRI, 2022).



**Figura 3.** Esquema de conformación del mapa de pendiente

### ➤ Mapa de erosión

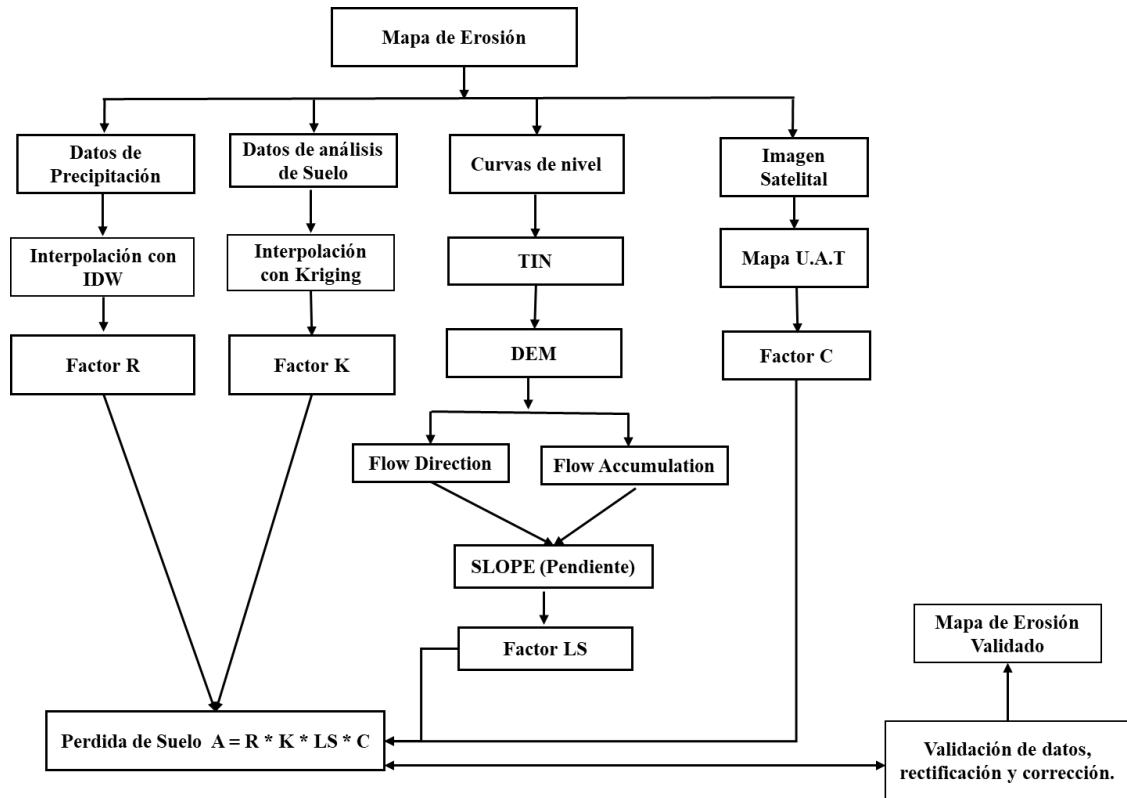
Para estimar la pérdida de suelo, se empleó la Ecuación Universal Revisada de Pérdida de Suelo (RUSLE), un modelo empírico que permite calcular de forma indirecta la erosión hídrica provocada por el arrastre de sedimentos debido al agua. Dicha ecuación se define a partir de la constante A, producto de la interacción de cinco factores: R (erosividad de la lluvia), K (erodabilidad del suelo), LS (longitud y pendiente del terreno), C (cobertura vegetal) y P (prácticas de conservación). (Benavidez et al., 2018).

El modelo RUSLE constituye una herramienta metodológica de referencia internacional, ya que integra indicadores que reflejan las condiciones ambientales y físico-edáficas del territorio, permitiendo estimar con precisión la susceptibilidad de la tierra a la erosión. En la siguiente tabla se detalla el procedimiento seguido para la obtención del mapa de erosión en la cuenca Bolsón Cuchara. Ver Tabla 24.

**Tabla 24.** Procedimiento para la elaboración del mapa de erosión

Factor	Definición	Fórmula	Elementos de la fórmula	Método de obtención del coeficiente	Procedimiento SIG	Fuente principal
R (Erosividad de la lluvia)	Representa la capacidad erosiva de la precipitación, determinada por su intensidad y distribución anual.	$R = \sum (p_i^2 / P)$	<p><math>p_i</math>: precipitación mensual (mm)</p> <p>P: precipitación anual (mm)</p>	Se calculó con los registros mensuales de precipitación de la Estación Abelardo Quiñones de la UNAS, aplicando la ecuación de Arnoldus.	Interpolación espacial mediante Kriging para generar el mapa ráster de R.	(Benavidez et al., 2018)
K (Erodabilidad del suelo)	Describe la susceptibilidad de la tierra a la erosión según su textura, estructura, permeabilidad y contenido de MO.	$K = [2.1 M^{1.14} (10^{-4})(12 - Mo) + 3.25(s - 2) + 2.5(p - 3)] / 100$	<p>M: (% limo + % arena muy fina) × (100 - % arcilla)</p> <p>Mo: % materia orgánica</p> <p>s: índice de estructura</p> <p>p: clase de permeabilidad</p>	Se obtuvo a partir de análisis físico-químicos de muestras de suelo, aplicando la fórmula de Wischmeier & Smith (1978).	Interpolación por IDW (Inverse Distance Weighting) para generar el ráster de K.	(Wischmeier & Smith, 1978) citado por Belasri & Lakhouili (2016)
LS (Longitud y pendiente)	Factor que mide la influencia del relieve (longitud y grado de pendiente) sobre la pérdida de suelo.	Valores tabulados por rangos de pendiente.	<p><b>Pendiente (%) – Factor LS</b></p> <p>0–3% → 0.3</p> <p>3–12% → 1.5</p> <p>12–18% → 3.4</p> <p>18–24% → 5.6</p> <p>24–30% → 8.7</p> <p>30–60% → 14.6</p> <p>60–70% → 20.2</p> <p>70–100% → 25.2</p> <p>&gt;100% → 28.5</p>	Se calculó a partir del Modelo Digital de Elevación (MDE) generando un mapa de pendientes (%) y reclassificándolo.	Raster Calculator y Reclassify en ArcGIS.	(Wischmeier & Smith, 1978) citado por Belasri & Lakhouili (2016)

C (Cobertura vegetal)	Refleja el efecto protector de la vegetación o el uso del suelo frente a la erosión.	Valores empíricos según tipo de cobertura.	<b>Tipo de cobertura - LS</b> Suelo desnudo → 1 Bosque denso → 0.001 Pastizal sin pastorear → 0.01 Cultivos anuales → 0.3–0.8 Cacao, café → 0.1–0.3	Se determinó mediante la clasificación del uso actual del suelo (imágenes satelitales), asignando valores de C.	Reclassify de mapa de coberturas en ArcGIS.	(Wischmeier & Smith, 1978) citado por Belasri & Lakhouili (2016)
P (Prácticas de conservación)	Representa el efecto de las prácticas mecánicas o agronómicas aplicadas para reducir la erosión.	Valor empírico entre 0 y 1 (sin fórmula).	Valores bajos → mayor control de erosión.	Se asignaron valores en función del tipo de práctica observada (terrazas, cultivos en contorno, zanjas de infiltración, etc.).	Asignación por polígonos en ArcGIS.	(Wischmeier & Smith, 1978) citado por Belasri & Lakhouili (2016)
A (Pérdida de suelo)	Estima la pérdida media anual de suelo por erosión hídrica (Ton/ha/año).	$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$	R: erosividad de la lluvia K: erodabilidad del suelo LS: pendiente y longitud C: cobertura vegetal P: prácticas de conservación	Se obtuvo multiplicando los factores en formato ráster mediante el software ArcGIS.	Raster Calculator ( $R \times K \times LS \times C \times P$ ).	(Rousseva et al., 2017)



**Figura 4.** Esquema de Elaboración del mapa de erosión

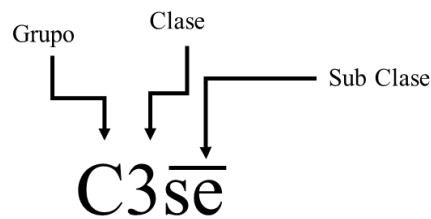
### ➤ Elaboración de mapa ecológico

El mapeo ecológico se realizó utilizando la categorización mundial de regiones de vida y el sistema bioclimático propuesto por Holdridge (1987). Con esto se determinó que la cuenca Bolsón Cuchara corresponde al Bosque muy Húmedo – Premontano Tropical (bmh – pt).

#### 3.3.1.2. Elaboración del mapa de Capacidad de Uso Mayor de Tierras

La construcción del mapa de capacidad de uso se basó en la normativa (Decreto Supremo N° 0005-2022-MIDAGRI, 2022)

- **Grupo de capacidad:** se aplicó la clave 14 correspondiente a la región de vida bmh–pt, confrontando los resultados edáficos con los grupos de uso potencial.
- **Clase de capacidad:** se definieron tres clases —alta, media y baja— de acuerdo con las limitaciones y características del suelo, representadas con números 1, 2 y 3.
- **Subclase:** determinada por factores edafoclimáticos y de relieve, como pendiente, erosión, drenaje, inundación y clima, conforme a la simbología del (Decreto Supremo N° 0005-2022-MIDAGRI, 2022)



**Figura 5.** Simbología de la Capacidad de Uso Mayor

### 3.3.2. Determinación del Uso Actual de la Tierra

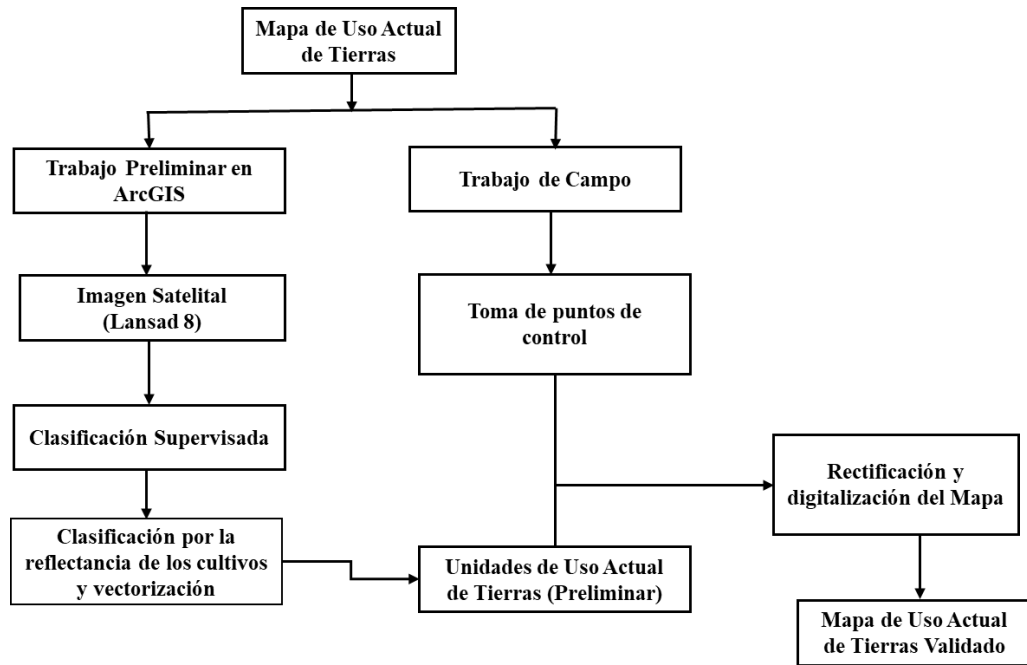
El mapa de uso actual fue elaborado de la interpretación de imágenes satelitales Landsat 8 descargadas del servidor USGS Earth Explorer, seleccionando aquellas con baja nubosidad y aplicando el protocolo de ortorrectificación del MINAGRI.

El proceso incluyó:

**1) Clasificación Preliminar:** Se realizó una clasificación no supervisada inicial para identificar las firmas espectrales y obtener una propuesta de clases de cubierta preliminares, siguiendo la categorización de la metodología UGI.

**2) Validación en campo:** Se realizó trabajo *in situ* para verificar y validar las unidades de cobertura obtenidas en gabinete, prestando especial atención a las zonas con ambigüedad espectral. Se utilizaron coordenadas GPS Garmin para asegurar la calidad y precisión de la clasificación.

**3) Clasificación supervisada:** Finalmente, se realizó una clasificación supervisada en el software GIS, identificando las clases definitivas del uso del suelo mediante la conjugación de bandas (RGB) y la confrontación con la información geográfica recolectada en campo.



**Figura 6.** Esquema de conformación del mapa de Uso Actual de Tierras

La clasificación del UAT se basó en el sistema de la UGI, que propone nueve categorías fundamentales para distinguir las unidades de cubierta vegetal de la zona de evaluación. Este modelo fue ajustado y validado según las características específicas del territorio, tal como se indica en la Tabla 25.

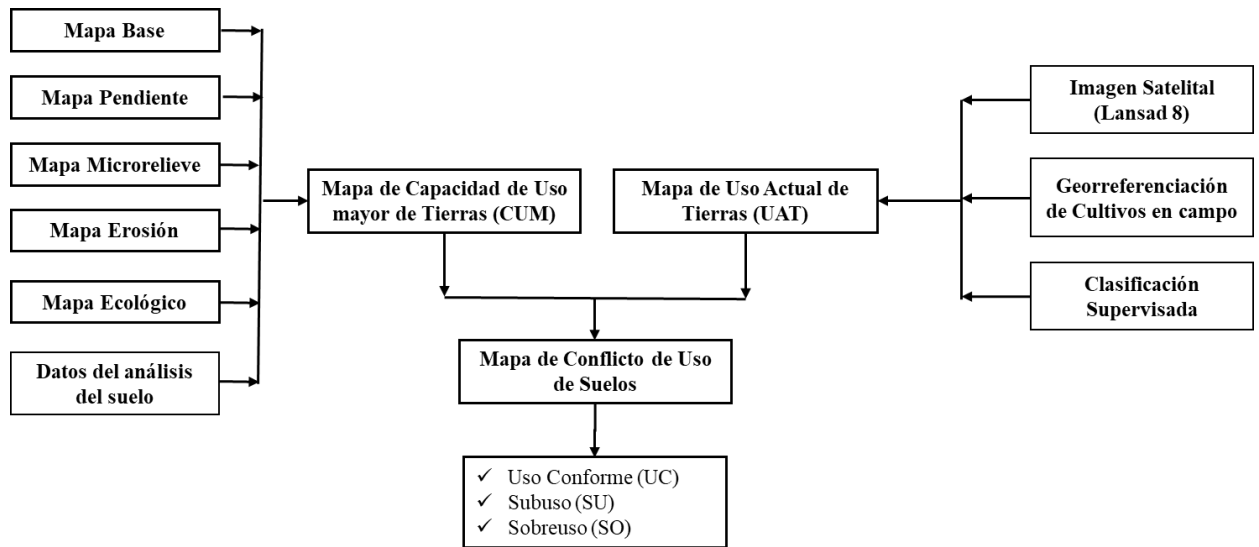
**Tabla 25.** Clasificación de UAT adecuada a la realidad de la zona

N°	UGI	Uso Actual de Tierras
1	Centros Poblados y tierras no agrícolas	Zona Urbana
2	Horticultura	-
3	Árboles y otros Cultivos permanentes	Cultivos permanentes
4	Tierras de cultivo	-
5	Pastos mejorados permanentes	Suelos desnudos
6	Praderas no mejoradas (pastos naturales)	Pastizal
7	Tierras boscosas	Bosque denso
8	Pantanos y ciénagas	-
9	Tierras improductivas	-

Fuente: Adaptado de conflictos de uso de los suelos en la cuenca cocheros – (Andrade Machuca, 2021)

### 3.3.3. Determinación del Conflicto de Uso del Suelo

El mapa de Conflicto de Uso del Suelo se obtuvo mediante la confrontación espacial (superposición) de dos insumos cartográficos fundamentales: el Mapa de UAT y el Mapa de CUMT. Utilizando el software GIS, esta superposición permitió categorizar el territorio en: Uso Conforme (uso adecuado), Subuso (uso inferior a la capacidad óptima) y Sobreuso (uso superior, generando vulnerabilidad).



**Figura 7.** Esquema de conformación del mapa de Conflicto de Uso de Suelos

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Clasificación los suelos de la cuenca Bolsón Cuchara según su Capacidad de Uso Mayor

En la cuenca de Bolsón Cuchara, los suelos se clasificaron según su CUM, identificando Grupo, Clase y Subclase, junto con sus zonas correspondientes, de acuerdo al (Decreto Supremo N° 0005-2022-MIDAGRI, 2022).

El análisis de CUM de la superficie total evaluada (13,166.94 ha) permitió establecer cinco grupos principales de aptitud. Las tierras con Aptitud para Cultivos en Limpio (A) constituyen la categoría predominante, abarcando 5,383.40 ha, representando el 40.89% del área total. Dentro de este grupo, se identifican subclases con limitaciones específicas, principalmente por suelos y erosión. La subclase más extensa es (A2se), tierras aptas para cultivo en limpio con calidad agroecológica media y limitantes por suelos y erosión, que comprende 2,532.02 ha (19.23%). Le sigue la subclase (A3si), de calidad agroecológica baja con restricciones por suelos e inundación, que suma 1,991.42 ha (15.12%). En menor proporción, se encuentran las subclases (A2si) (482.22 ha, 3.66%) y (A3se) (377.74 ha, 2.87%), ambas afectadas por factores de suelo y/o inundación.

La segunda categoría en importancia superficial corresponde a los terrenos con Aptitud Forestal (F), los cuales suman 4,857.73 ha, equivalentes al 36.89% de la cuenca. Este conjunto está fuertemente marcado por la subclase (F3se), que designa a los terrenos de calidad agroecológica baja con limitaciones por suelos y erosión, ocupando 3,717.62 ha, es decir, el 28.23% del total. Los terrenos forestales de calidad media (F2se), con las mismas limitantes, abarcan 1,140.12 ha, representando el 8.66%. Seguidamente, se encuentran los terrenos aptos para Cultivos Permanentes (C), que totalizan 2,816.30 ha (21.39% del área de estudio). La mayoría de estos pertenecen a la subclase (C2se), con calidad agroecológica media y limitación por suelos y erosión (1,882.34 ha, 14.30%), mientras que la subclase de calidad baja (C3se) ocupa 933.96 ha (7.09%).

Los grupos con menor representación superficial son las tierras con Aptitud para Pastos (P) y los terrenos de Protección (X). Los terrenos aptos para pastos cubren solo 51.26 ha, que constituyen el 0.39% del área de la cuenca. Esta aptitud se distribuye principalmente en subclases de calidad baja limitadas por suelos y erosión (P3se) (40.91 ha, 0.31%) y solo por suelos (P3s) (10.34 ha, 0.08%). Finalmente, los Terrenos de Protección (X), que no poseen aptitud productiva, presentan una extensión de 58.25 ha, simbolizando el 0.44% de la superficie

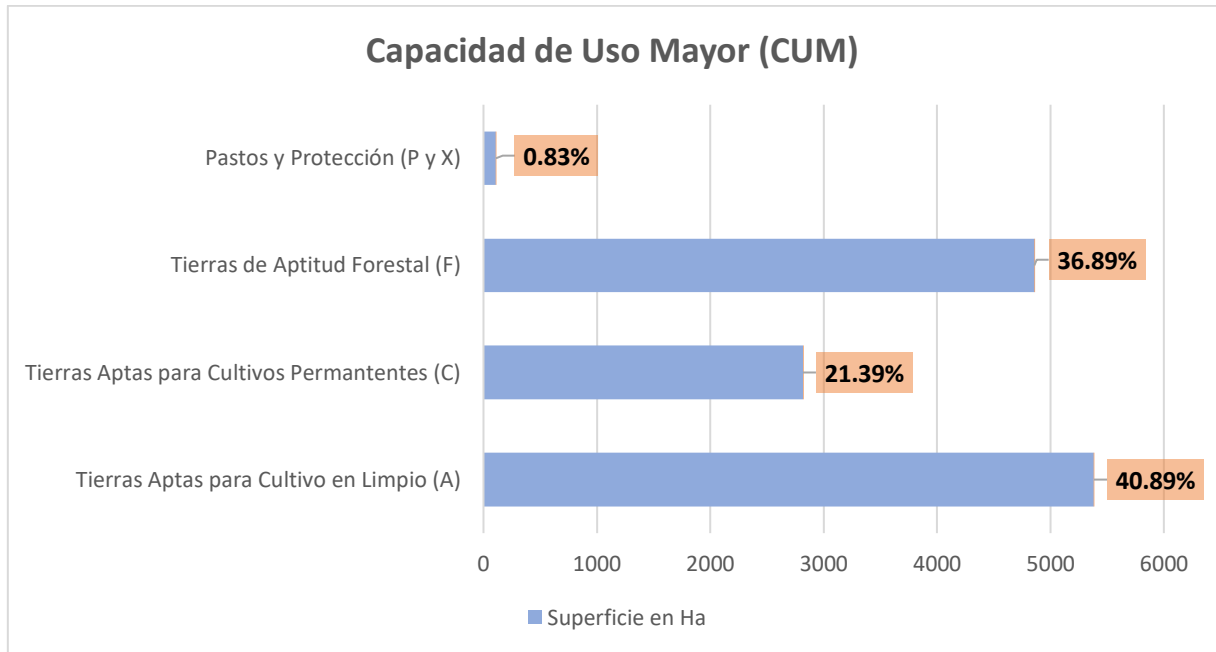
total de la cuenca Bolsón Cuchara. La distribución y clasificación detallada de estas unidades se precisa en la Tabla 26 y la Figura 8.

**Tabla 26.** Capacidad de uso mayor de la cuenca Bolsón Cuchara

Grupo	Clase	Sub Clase	Superficie	
			ha	%
A	A2	A2se	2 532.02	19.23%
		A2si	482.22	3.66%
	A3	A3se	377.74	2.87%
		A3si	1 991.42	15.12%
C	C2	C2se	1 882.34	14.30%
	C3	C3se	933.96	7.09%
F	F3	F3s	1 140.12	8.66%
		F3se	3 717.62	28.23%
P	P3	P3s	10.34	0.08%
		P3se	40.91	0.31%
X	-	-	58.25	0.44%
<b>Total</b>			<b>13 166.95</b>	<b>100%</b>

**Tabla 27.** Capacidad de uso mayor de la cuenca Bolsón Cuchara a nivel de grupo

Grupo	Ha	%
Tierras Aptas para Cultivo en Limpio (A)	5383.40	40.89%
Tierras Aptas para Cultivos Permanentes (C)	2816.30	21.39%
Tierras de Aptitud Forestal (F)	4857.73	36.89%
Pastos y Protección (P y X)	109.51	0.83%
Superficie total	13 166.95	100%



**Figura 8.** Capacidad de uso mayor de la cuenca Bolsón Cuchara

La clasificación de tierras por su CUM en la cuenca Bolsón Cuchara revela una diversidad de aptitudes productivas que reflejan la heterogeneidad fisiográfica del territorio. Se identificaron 5383.40 ha de terrenos aptos para cultivos en limpio, distribuidas principalmente en calidad agroecológica media y baja, con limitantes por suelos, erosión e inundación (A2si, A3si, A3se). A su vez, se registraron 2816.30 ha de terrenos aptos para cultivos perennes (C2se, C3se) y 4857.73 ha destinadas a producción forestal (F2se, F3se), mientras que las tierras para pastos abarcan apenas 51.26 ha y las tierras de protección alcanzan 58.25 ha.

Estos resultados evidencian que, pese a la presencia de áreas agrícolas potenciales, la vocación natural de la cuenca es predominantemente forestal, lo que concuerda con la morfología escarpada y las pendientes medias a fuertes del Bolsón Cuchara. En concordancia con Guimarey (2018) la subcuenca se caracteriza por relieves empinados y suelos poco profundos, cuya conservación requiere cobertura arbórea permanente. De manera similar, Braz et al. (2020) destacan que en cuencas tropicales con pendientes pronunciadas, el manejo forestal sostenible es la alternativa más adecuada para mantener la estabilidad del suelo y la calidad hídrica.

Sin embargo, a diferencia de lo reportado por Carrasco (2022) en la cuenca Shitary, donde predominaron tierras agrícolas de aptitud media, el Bolsón Cuchara presenta una estructura edáfica más frágil y limitaciones por erosión, lo que restringe la productividad agrícola intensiva. Esta diferencia se explica por el carácter montañoso y la alta precipitación de la cuenca, que favorecen procesos de lixiviación y pérdida de nutrientes.

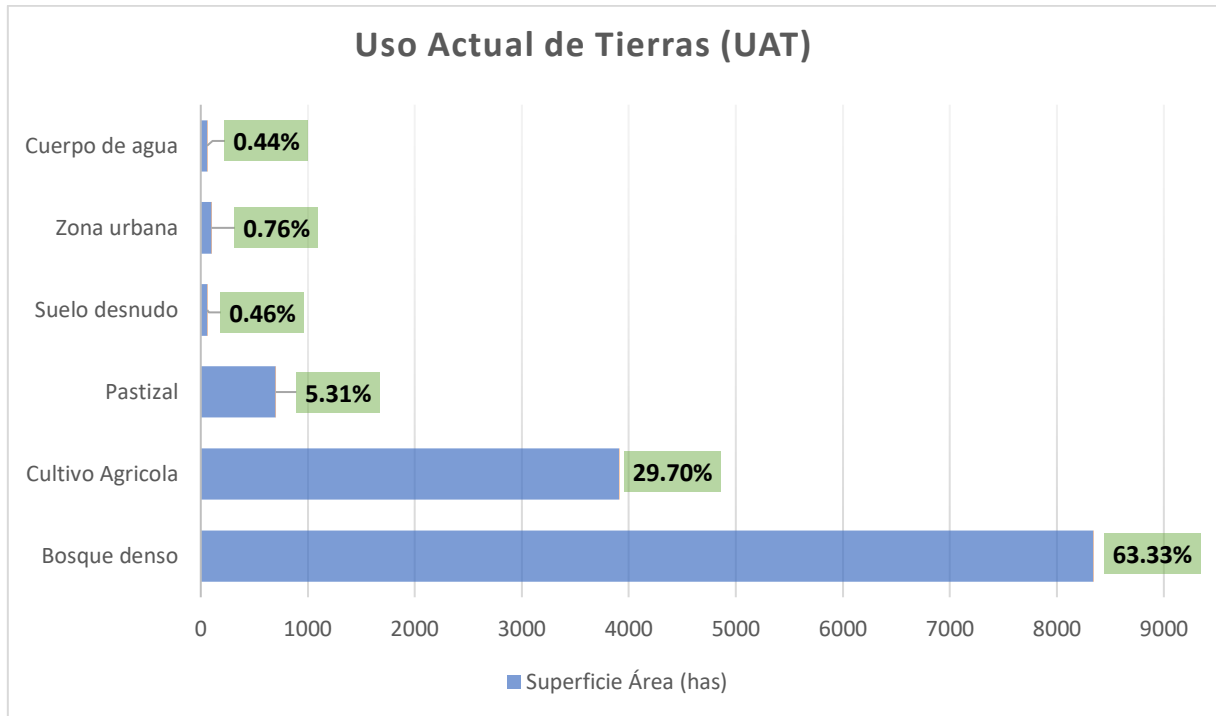
#### 4.2. Identificación del uso actual de la tierra de la cuenca Bolsón Cuchara

La evaluación del UAT en la cuenca Bolsón Cuchara, con una superficie total de 13,168.97 ha, identificó siete categorías principales. El bosque denso es el uso predominante, con una extensión de 8,338.77 ha, lo que simboliza el 63.33% del área total de la cuenca. Este porcentaje lo establece claramente como el uso de mayor representatividad. Le siguen los cultivos agrícolas (3,910.08 ha), que comprenden una variedad de productos como cítricos, cacao, plátano y café, y que ocupan el 29.70% de la zona de estudio. El tercer uso más significativo es el pastizal, con 699.74 ha, equivalente al 5.31% del área.

Las categorías restantes en conjunto no superan el 2% de la superficie total, por lo que se consideran usos de baja representatividad. Se identificaron cuerpos de agua con 58.56 ha (0.44%), suelo desnudo con 60.35 ha (0.46%), y la zona urbana con un valor de 99.44 ha (0.76%). En resumen, el uso actual de la cuenca se concentra abrumadoramente en el bosque denso (63.33%), seguido por los cultivos agrícolas (29.70%), lo que subraya el carácter forestal y agropecuario del territorio. La distribución espacial de estos usos se detalla en la Tabla 27 y en la Figura 9.

**Tabla 28.** Uso actual de la tierra de la cuenca Bolsón Cuchara

Uso actual de tierras	Superficie	
	(has)	(%)
Bosque denso	8338.77	63.33%
Cultivo Agrícola	3910.08	29.70%
Pastizal	699.74	5.31%
Suelo desnudo	60.35	0.46%
Zona urbana	99.44	0.76%
Cuerpo de agua	58.56	0.44%
<b>Total</b>	<b>13 166.94</b>	<b>100%</b>



**Figura 9.** Uso actual de la tierra de la cuenca Bolsón Cuchara

El uso actual del suelo muestra una marcada intervención antrópica. Las áreas de bosque denso aún cubren 8338.77 ha, pero la expansión agrícola; principalmente de cacao, café, plátano y cítricos— ocupa 3910.08 ha (29.7%), mientras que los pastizales suman 699.74 ha. Las zonas urbanas y cuerpos de agua son minoritarios, representando menos del 1% de la superficie total.

Este patrón confirma la tendencia de transformación del paisaje natural en mosaicos agrícolas, una dinámica descrita también por Arellano y Bonilla (2025) en la Amazonía ecuatoriana, donde la pérdida de bosque y la expansión agropecuaria siguen una estructura espacial en forma de “espina de pescado”. En el Bolsón Cuchara, las zonas cercanas a caminos y centros poblados concentran la mayor presión de uso, coincidiendo con los procesos descritos por Lozano (2019), quien relacionó la pérdida de cubierta vegetal con la accesibilidad y la deforestación para la ganadería.

A diferencia del patrón estabilizado que Zuloaga-Obregón et al. (2023) documentaron en el Parque Nacional Tingo María, donde la gestión institucional contuvo la degradación, la cuenca Bolsón Cuchara evidencia un manejo disperso y poco planificado, sin control sobre la expansión agrícola ni estrategias efectivas de conservación.

#### 4.3. Determinación del Conflicto de Uso de Suelo

El conflicto de uso de suelo en la cuenca Bolsón Cuchara se determinó mediante la confrontación cartográfica del mapa de CUM y el mapa de Uso Actual de Tierras. Este proceso permitió precisar las áreas usadas en disconformidad con su vocación natural o aptitud para el

desarrollo sustentable, clasificándose en tres categorías principales (Uso Conforme, Subuso y Sobreuso), además de considerar las zonas que no aplican a esta evaluación productiva. La superficie total de la cuenca se distribuye de la siguiente manera:

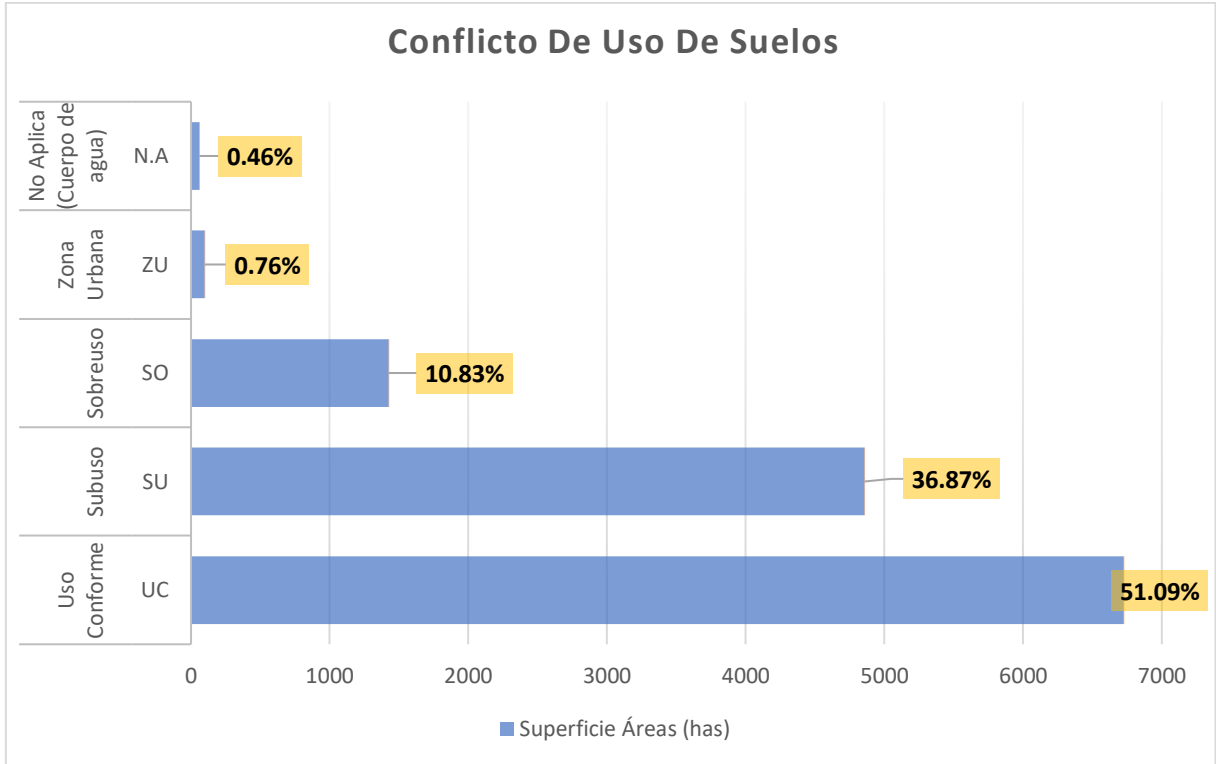
La mayor parte del territorio se encuentra en Uso Conforme, lo que indica que el empleo actual es compatible con la vocación natural de la tierra. Esta clasificación ocupa 6,726.38 ha, simbolizando el 51.09% del área total evaluada. No obstante, fue identificado un conflicto considerable por Subuso, donde el aprovechamiento actual de la tierra es menor a su capacidad potencial. Esta situación abarca 4,855.01 ha, lo que equivale al 36.87% de la superficie total de la cuenca.

Por otro lado, se definió el conflicto por Sobreuso, una condición en la que el uso actual de la tierra excede su vocación natural o capacidad productiva. Este tipo de conflicto comprende una extensión de 1,425.38 ha, representando el 10.83% de la superficie total. Adicionalmente, se clasificaron áreas que no se rigen por la aptitud productiva (ZEE-OT – Región Cajamarca, 2011), como los centros urbanos y los cuerpos hídricos. Dentro de estas áreas, se identificó la zona urbana con una extensión de 99.44 ha, lo que significa el 0.76% del total de la superficie y es la clasificación de menor representatividad.

En resumen, la clasificación del conflicto de usos de la tierra en la cuenca Bolsón Cuchara muestra un predominio del Uso Conforme (51.09%), seguido por el conflicto de Subuso (36.87%) y, en menor medida, el Sobreuso (10.83%). Esta distribución subraya la necesidad de gestionar el uso de las tierras, especialmente en las áreas subutilizadas. Los detalles de esta clasificación se presentan en la Tabla 28 y se ilustran en la Figura 10.

**Tabla 29.** Conflicto de Uso de Suelo de la Cuenca Bolsón Cuchara

Clasificación	Simbología	Superficie	
		Áreas (has)	Porcentaje (%)
Uso Conforme	UC	6726.38	51.09%
Subuso	SU	4855.01	36.87%
Sobreuso	SO	1425.38	10.83%
Zona Urbana	ZU	99.44	0.76%
No Aplica (Cuerpo de agua)	N.A	60.75	0.46%
<b>Total</b>		<b>13166.96</b>	<b>100.00%</b>



**Figura 10.** Conflicto de Uso de Suelo de la cuenca Bolsón Cuchara

La superposición de los mapas de CUM y UAT permitió determinar 6726.38 ha de uso conforme, 4855.01 ha de subuso (36.87%) y 1425.38 ha de sobreuso, además de 99.44 ha urbanas. El subuso representa el conflicto más extendido, reflejando la infrautilización de suelos agrícolas aptos o su conversión a pastos de baja productividad. El sobreuso, en cambio, se concentra en las laderas medias y altas, donde se desarrollan cultivos permanentes en suelos con limitaciones por erosión y drenaje.

Estos resultados se asemejan a los de Andrade (2021) en la cuenca Cocheros, quien reportó un 16.8% de áreas en conflicto, y a Bottger (2022), que registró un 37.17% de uso inadecuado en Pasco. Sin embargo, el porcentaje de subuso en el Bolsón Cuchara es más alto, lo que sugiere una ineficiente gestión territorial y baja asistencia técnica para optimizar las tierras con potencial agrícola.

La presencia simultánea de subuso y sobreuso indica un modelo productivo desequilibrado: mientras algunos sectores sobreexplotan suelos frágiles para responder a la demanda económica, otros permanecen ociosos por falta de infraestructura o inversión. Este patrón reproduce desigualdades territoriales y presiona la resiliencia del ecosistema.

## V. CONCLUSIONES

1. La clasificación CUM determina que el 77% de la cuenca posee aptitud para cultivos en limpio y fines forestales; sin embargo, predomina la calidad agrológica baja (A3 y F3) por severas limitaciones de suelo y erosión. Estos hallazgos confirman una alta fragilidad fisiográfica y validan la hipótesis de que la presión antrópica fuerza el uso de terrenos no aptos, superando la restricción técnica natural del territorio y derivando en condiciones críticas de degradación.
2. El análisis del UAT indica que, aunque el bosque denso predomina, los cultivos agrícolas ya ocupan el 29.70% del área, desplazando la vocación forestal original. Esta transición acelera la pérdida de regulación hídrica y aumenta la vulnerabilidad erosiva. Los datos confirman la hipótesis planteada: existe una inadecuada gestión territorial donde las prácticas humanas ignoran la aptitud natural, provocando que la actividad agropecuaria sobrepase la capacidad de soporte de la cuenca.
3. La confrontación entre CUM y UAT revela que el 47.7% del territorio presenta conflictos, destacando un alarmante 36.87% de subuso y un 10.83% de sobreuso. Estos resultados validan la hipótesis de una discrepancia significativa entre la ocupación actual y la capacidad productiva. Esta incompatibilidad técnica, producto de una gestión ineficiente, compromete la estabilidad del recurso edáfico al concentrar la explotación en laderas frágiles mientras se infrautilizan las zonas con mayor potencial.

## VI. PROPUESTA A FUTURO

1. Se insta las autoridades locales y regionales a promover una “planificación territorial participativa” que pueda impulsar un ordenamiento territorial que integre la CUM, los conflictos identificados y las dinámicas socioeconómicas, con la participación activa de comunidades y productores, priorizando la zonificación de áreas de conservación, producción sostenible y recuperación de suelos degradados.
2. Se propone fomentar la “reconversión productiva inteligente” mediante la implementación de sistemas agroforestales y silvopastoriles que integren cultivos permanentes como cacao, café y cítricos con especies forestales nativas para reducir la presión en suelos de vocación forestal y mejorar la fertilidad.
3. Se establece como estrategia “el fortalecimiento de capacidades” que pueda desarrollar programas de educación ambiental y capacitación técnica para productores y autoridades locales sobre manejo sostenible del suelo, control de erosión y restauración ecológica orientando el desarrollo hacia estrategias de producción más sustentable y con mayor responsabilidad territorial.
4. Se sugiere que las instituciones competentes promover políticas e incentivos económicos como pagos por servicios ecosistémicos, créditos verdes o certificaciones ambientales para valorar y recompensar las buenas prácticas de manejo.

## VII. REFERENCIAS

- Aliaga Araujo, I. J. (2017). *Modelación hidrológica de la cuenca del Río Huallaga aguas arriba del punto de control Santa Lorenza* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Académico UNAM.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12996/2780>
- Andrade Machuca, G. (2021). *Conflictos de uso de la tierra en la cuenca cocheros distrito Rupa Rupa – Tingo María* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Académico UNAS. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/2028>
- Arango Córdoba, Á. D., Duarte Mateus, S. A., Gaona Gama, L. G., & Morales Silva, D. M. (2024). Análisis de conflictos del uso del suelo de la vereda Lomalta del municipio de Vélez—Santander. *Avances: Investigacion en Ingeniería*, 21(1), 6.
- Arellano-Pérez, K., & Bonilla-Bedoya, S. (2025). Análisis de transiciones sistemáticas de la cobertura y uso de la tierra en Morona Santiago, durante el periodo 2000-2018. *CienciAmérica*, 14(1), 68-91. <https://doi.org/10.33210/ca.v14i1.505>
- Aumassanne, C. M., & Gaspari, F. J. (2023). Conceptos para manejo integrado de cuencas. Caso de estudio: Río Colorado, Argentina. *Boletín Geográfico*, 45(PC).  
<http://id.caicyt.gov.ar/ark:/s2313903x/vvwiptg6e>
- Autoridad Nacional del Agua. (2021). *Marco metodológico de criterios técnicos para la identificación, delimitación y zonificación de cabeceras de cuenca*. Autoridad Nacional del Agua (ANA). Dirección de Calidad y Evaluación de Recursos Hídricos; Repositorio Institucional ANA.  
<https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/4893>
- Belasri, A., & Lakhouili, A. (2016). Estimation of Soil Erosion Risk Using the Universal Soil Loss Equation (USLE) and Geo-Information Technology in Oued El Makhazine

- Watershed, Morocco. *Journal of Geographic Information System*, 8(1), 98-107.  
<https://doi.org/10.4236/jgis.2016.81010>
- Benavidez, R., Jackson, B., Maxwell, D., & Norton, K. (2018). A review of the (Revised) Universal Soil Loss Equation ((R)USLE): With a view to increasing its global applicability and improving soil loss estimates. *Hydrology and Earth System Sciences*, 22(11), 6059-6086. <https://doi.org/10.5194/hess-22-6059-2018>
- Boesch, H., Flatres, P., Takasaki, M., Paludan, C. T., Czati, E., & Clark, A. (1976). World Land Use Survey: L'utilisation du sol dans le monde. *Geographica Helvetica*, 31(1), 1-28. Copernicus Publications. <https://doi.org/10.5194/gh-31-1-1976>
- Bottger Herrera, J. (2022). *Estimación de conflicto de uso de suelo de la microcuenca Grapanazú, del distrito de Huancabamba, provincia de Oxapampa, Pasco* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Alcides Carrión]. Repositorio Académico UNDAC. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2461>
- Boyacá, A. M. de A. (2002). *Esquema de Ordenamiento Territorial Almeida Boyacá 2002 - 2010: EOT Almeida Boyacá 2002 - 2010*. Repositorio institucional CDIM. <https://repositoriocdim.esap.edu.co/handle/20.500.14471/9677>
- Braz, A. M., Garcia, P. H. M., Pinto, A. L., Chávez, E. S., & Oliveira, I. J. de. (2020). Manejo integrado de cuencas hidrográficas: Posibilidades y avances en los análisis de uso y cobertura de la tierra. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 29(1), 69-85. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v29n1.76232>
- Carrasco Villanueva, O. E. (2022). *Conflictos de uso de los suelos en la cuenca Shitary, distrito Monzon, provincia de Huamalies, región Huánuco* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Académico UNAS. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/2334>

- Ciminari, M., Jurio, E., & Torrens, C. (2005). Los Sistemas de Información Geográfica aplicados a evaluación de conflictos ambientales. *Boletín Geográfico*, 27, 113-122.
- Cotler Ávalos, H., Galindo Alcántar, A., & González Mora, I. D. (2013). Cuencas Hidrográficas Fundamentos Y Perspectivas Para Su Manejo Y Gestión. *Red Mexicana de Cuencas Hidrograficas, Primera edición*, 36. Recuperado del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA).
- Decreto Supremo N° 0005-2022-MIDAGRI. (2022). *Decreto Supremo que Aprueba el Reglamento de Calificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor*. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI).  
<https://www.gob.pe/institucion/midagri/normas-legales/2979424-0005-2022-midagri>
- Falcón Acosta, M. del C., Vargas Rodríguez, H., Torres Menéndez, F., & Herrera Blen, L. (2014). Evaluación del conflicto de uso agrícola de las tierras a partir de su aptitud física como contribución a la explotación sostenible. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 13-18.
- FAO, (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación). (1988). *Manejo integrado de cuencas hidrográficas en América Latina*. Santiago de Chile.
- FAO, (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación). (2009). *Guía para la descripción de suelos* (Recuperado del Portal de conocimiento de la FAO). Cuarta Edición. Roma. <https://openknowledge.fao.org/items/e4edb8e6-0e75-46ad-bf9b-43fc29975e33>
- FAO, (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación). (2014). *Atlas de suelos de América Latina y el Caribe*. Unión Europea; Recuperado del Portal de conocimiento de la FAO. <https://openknowledge.fao.org/items/16fd21b0-d3fc-4148-bbed-3d45e430f3c3>

- Fassbender, H. W., & Bornemisza, E. (1987). *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina: Vol. 2a Edición*. Insituto Interamericano de Cooperacion para la Agricultura (IICA).
- Gaspari, F. J., Senisterra, G. E., Delgado, M. I., Rodríguez Vagaría, A. M., & Besteiro, S. I. (2010). *Manual de manejo integral de cuencas hidrográficas*. Grupo de Manejo de Cuencas. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/165354>
- Gobierno Regional Cajamarca. (2018). *Análisis de los Cambios de la Cobertura y Uso de la Tierra*. Gobierno Regional Cajamarca. <https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/node/580>
- Gobierno Regional de Cajamarca. (2010). *Sub Modelo Conflictos De Uso Departamento Cajamarca [ZEEOT]*. Repositorio Institucional ZEEOT del Gobierno Regional de Cajamarca. <https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/conflictos-de-uso>
- Gobierno Regional de Cajamarca. (2011). *Zonificación Ecológica y Económica base para el ordenamiento territorial del departamento de Cajamarca* (p. 310) [Estudios y Diagnósticos ZEE- OT]. Gobierno Regional de Cajamarca. Dirección General de Ordenamiento Territorial - DGOT; Recuperado del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA). <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/zonificacion-ecologica-economica-base-ordenamiento-territorial>
- Gobierno Regional de Cajamarca. (2018). *Análisis de los Cambios de la Cobertura y Uso de la Tierra* (p. 323) [ZEEOT]. Dirección General de Ordenamiento Territorial Ambiental - DGOTA. Ministerio del Ambiente; Repositorio Institucional ZEEOT del Gobierno Regional de Cajamarca. <https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/node/580>
- Gobierno Regional de Huánuco. (2016). *Zonificación Ecológica Económica Base para el ordenamiento territorial de la Región Huánuco* (p. 260) [Estudios y Diagnósticos ZEE- OT]. Gobierno Regional de Huánuco - Sub Gerencia de Ordenamiento Territorial; Recuperado del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA).

<https://sinia.minam.gob.pe/documentos/zonificacion-ecologica-economica-base-ordenamiento-territorial-0>

Gobierno Regional de Loreto. (2013). *Informe de evaluación temático Uso Actual de Tierras—ZEE Provincia de Alto Amazonas* (p. 34) [ZEE -]. Gobierno Regional de Loreto. Municipalidad de Alto Amazonas. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana; Recuperado del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA).  
<https://sinia.minam.gob.pe/documentos/informe-evaluacion-tematico-uso-actual-tierras-zee-provincia-alto>

Guimarey Minaya, P. A. (2018). *Propuesta de zonificación agroecológica para el manejo ambiental de la subcuenca del Bolsón Cuchara, Región Huánuco* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Académico UNAS.  
<https://hdl.handle.net/20.500.14292/1445>

Guzmán, R. B. F., Trigozo, J. P. R., & Rojas, A. R. (2018). Conflictos de uso de los suelos en la microcuenca las pavas – Tingo María, Perú. *RevIA*, 8(5), 9-19.

Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). (2011). *Meso ZEE de la Zona de Selva de Huánuco*. Convenio entre el IIAP - DEVIDA - Municipalidad Provincial de Leoncio Prado; Recuperado de biblioteca insitucional IIAP.  
<https://terra.iiap.gob.pe/mesozee-huanuco.html>

Londoño Arango, C. H. (2001). Cuencas Hidrograficas: Bases Conceptuales—Caracterización—Planificación—Administración. *Universidad de Tolima-Colombia*, 359. Recuperado del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA).

Lozano, D. L. Z. (2019). Análisis multitemporal y predictivo del cambio de uso del suelo y pérdida de cobertura vegetal. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 2(3), 81-89. <https://doi.org/10.25127/ucni.v2i3.607>

- Matias Duran, D. E. (2020). *Evaluación de sistemas y tiempos de uso sobre propiedades químicas y estabilidad estructural en el valle del Bolsón Cuchara* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Académico UNAS. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/2168>
- Muñoz Gómez, F. A., & Pérez, E. H. (2017). Conflictos De Uso De Suelo En La Frontera Agrícola Y Áreas Del Paramo Del Municipio De Totoró, Cauca. *Suelos Ecuatoriales*, 47(1-2), 9-15.
- Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales, (ONERN). (1983). Inventario y evaluación semidetallada de los recursos de suelos, forestales y uso actual de la tierra de la cuenca alta del río Mayo: Sector río Tumbo - río Avisado. *Autoridad Nacional del Agua*. Repositorio Institucional ANA. <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/954>
- Rivera Cierro, W. S. (2025). *Características físicas y químicas en un suelo con cultivo de cacao (Theobroma Cacao L.) y su relación con microorganismos en el sector del Bolsón Cuchara* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Académico UNAS. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/3210>
- Rousseva, S., Malinov, I., & Stefanova, V. (2017). Soil erosion risk assessments using gis technologies – bulgarian experience. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. Recuperado de biblioteca insitucional BJAS. <https://www.agrojournal.org/22/02-06.html>
- Valderrama Bazán, J. A. (2014). *Conflictos Entre Uso Actual Y Capacidad De Uso Mayor De Los Suelos Que Influyen El Desarrollo Territorial Sostenible Del Distrito De Matara, Cajamarca* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Académico UNC. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1879>
- Villon Béjar, M. (2022). *Hidrología* (Segunda edición). Instituto Tecnológico de Costa Rica.

- Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). *Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning*. Department of Agriculture, Science and Education Administration.
- Zeballos, E. R., & Trigoso, J. P. R. (2013). Uso Actual y Capacidad de Uso Mayor de Tierras en la parte alta de la Microcuenca del Río Azul. *INDES Revista de Investigación para el Desarrollo Sustentable*, 1(2), 21-30 Doi:10.25127/indes.201302.003.  
<https://doi.org/10.25127/indes.20131.48>
- Zuloaga-Obregón, J. L., Gabriel-Campos, E. N., Zuloaga-Obregón, J. L., & Gabriel-Campos, E. N. (2023). Cambio de uso de tierra y su impacto en la cobertura vegetal del Parque Nacional Tingo María entre los años 2006-2021. *Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente*, 12. <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202302.a009>

## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Información de campo

**Tabla 30.** Resumen de los resultados de análisis de suelos

Muestras	HZ	ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELO AGRÍCOLA																			
		ANÁLISIS MECÁNICO				pH	M.O.	N	P	K	CIC	CATIONES CAMBIABLES						CICe	Bases Camb.	Acidez Camb.	Sat. Al
		Arcilla	Limo	Arena	Clase Textural							Ca	Mg	K	Na	Al	H				
		%										(1:1)	(p.p.m.)			(meq/100g)					
C-01	1	23	24	53	Franco Arcillo Arenoso	5.05	3.13	0.14	5.54	80.30	--	4.29	0.51	--	--	1.33	0.27	6.40	75.00	25.00	20.78
C-02	1	21	40	39	Franco	4.14	2.51	0.11	3.16	42.53	--	2.76	0.51	--	--	4.16	0.83	8.26	39.59	60.41	50.36
C-03	1	27	24	49	Franco Arcillo Arenoso	4.46	2.82	0.13	3.06	82.97	--	2.62	0.55	--	--	4.59	0.92	8.68	36.52	63.48	52.88
C-04	1	18	19	62	Franco Arenoso	4.13	1.25	0.06	3.83	122.61	--	2.25	0.49	--	--	4.58	0.92	8.24	33.25	66.75	55.58
C-05	1	16	43	40	Franco	4.14	1.57	0.07	3.66	42.33	--	2.25	0.48	--	--	4.13	0.83	7.69	35.50	64.50	53.71
C-06	1	16	17	66	Franco Arenoso	5.05	0.94	0.04	5.83	141.58	--	5.40	0.49	--	--	2.18	0.44	8.51	69.21	30.79	25.62
C-07	1	40	41	19	Franco Arcillo Limoso	4.79	3.13	0.14	5.23	58.56	--	3.61	0.48	--	--	3.24	0.65	7.98	51.25	48.75	40.60
C-08	1	26	49	25	Franco	5.20	2.82	0.13	5.54	61.66	--	4.59	0.46	--	--	1.46	0.29	6.80	74.26	25.74	21.47
C-09	1	18	46	36	Franco	4.28	2.51	0.11	3.48	51.87	--	2.46	0.50	--	--	3.84	0.77	7.57	39.10	60.90	50.73
C-10	1	24	39	37	Franco	4.64	1.88	0.08	4.57	73.48	--	4.06	0.45	--	--	3.32	0.66	8.49	53.12	46.88	39.10
C-11	1	28	45	27	Franco Arcilloso	4.73	1.25	0.06	5.30	56.79	--	4.86	0.51	--	--	3.29	0.66	9.32	57.62	42.38	35.30
C-12	1	30	27	43	Franco Arcilloso	4.10	1.57	0.07	3.68	68.74	--	2.24	0.45	--	--	4.62	0.92	8.23	32.69	67.31	56.14
C-13	1	40	31	29	Arcilloso	4.20	1.88	0.08	3.06	34.25	--	2.67	0.52	--	--	3.84	0.77	7.80	40.90	59.10	49.23
C-14	1	23	24	53	Franco Arcillo Arenoso	4.93	0.94	0.04	5.20	66.26	--	4.66	0.49	--	--	3.04	0.61	8.80	58.52	41.48	34.55
C-15	1	26	39	35	Franco	4.12	1.57	0.07	3.36	44.10	--	2.25	0.49	--	--	4.97	0.99	8.70	31.49	68.51	57.13
C-16	1	19	18	63	Franco Arenoso	4.20	1.57	0.07	3.94	83.94	--	2.58	0.48	--	--	4.24	0.85	8.15	37.55	62.45	52.02
C-17	1	21	26	53	Franco Arcillo Arenoso	4.60	2.19	0.10	5.34	66.86	--	5.37	0.54	--	--	3.02	0.60	9.53	62.01	37.99	31.69
C-18	1	23	20	57	Franco Arcillo Arenoso	4.29	1.57	0.07	3.36	80.35	--	2.33	0.50	--	--	4.99	1.00	8.82	32.09	67.91	56.58
C-19	1	25	51	25	Franco Limoso	5.65	1.25	0.06	5.91	87.59	7.21	6.40	0.60	0.14	0.07	--	--	--	100	--	--
C-20	1	29	37	35	Franco Arcilloso	5.60	1.57	0.07	6.46	84.80	7.33	6.48	0.68	0.14	0.03	--	--	--	100	--	--
C-21	1	29.68	15	55.28	Franco Limoso	6.22	5.40	0.24	15.92	47.98	11.75	10.08	1.48	0.10	0.06	-	-	-	100.00	0.00	0.00
C-22	1	5.68	39.1	55.28	Franco arcilloso	5.53	0.88	0.04	14.94	38.48	4.85	4.45	0.27	0.07	0.07	-	-	-	100.00	0.00	0.00
C-23	1	24.68	28	47.28	Franco Arcilloso	4.87	4.38	0.20	2.58	78.47	-	7.19	2.46	-	-	0.17	0.13	9.94	97.03	2.97	1.68
C-24	1	2.68	61.04	36.28	Arcilloso	4.12	0.4	0.02	3.15	72.97	-	0.99	2.28	-	-	3.35	0.69	5.3	23.86	76.14	63.14
C-25	1	23.58	41.04	35.28	Arcilloso	3.47	3.56	0.16	5.09	176.42	-	1.26	0.60	-	-	5.789	2.5	10.13	18.36	81.64	57.00
C-26	1	23.68	41.04	35.28	Arcilloso	4.35	1.17	0.05	0.52	44.98	-	1.47	0.48	-	-	1.26	0.32	3.53	55.35	44.65	35.58

C-27	1	15.68	63.04	21.28	Arcilloso	4.15	0.58	0.03	1.32	74.47	-	1.08	0.22	-	-	2.51	0.64	4.45	29.15	70.85	56.46
C-28	1	15.68	55.04	31.28	Arcilloso	3.98	1.75	0.08	0.07	76.47	-	1.10	0.53	-	-	1.95	0.54	4.09	39.76	60.24	47.11
C-29	1	29.68	57.04	13.28	Arcilloso	3.84	1.58	0.07	3.6	105.45	-	1.0	0.30	-	-	3.01	0.73	5.04	25.71	74.29	59.82
C-30	1	14.68	44.04	41.28	Arcilloso Limoso	4.36	0.58	0.03	1.09	69.97	-	0.99	0.38	-	-	1.59	0.58	3.53	38.65	61.35	45.04

**Tabla 31.** Clave 14; para zonas de vida de Bosque muy Húmedo Premontano Tropical (bmh – PT)

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 (Cultivo en Limpio)	0 - 4	0 - 2	3	50	MG, M, MF, F*	1	A,B,C,D,E,F	4,5 + 7,0	Moderada	2	1	3	2		
	0 - 8	2 - 4	2	100	MG, M, MF	1	A,B,C,D	5.0 + 7.0	Ligera	2	-	3	2		
	0 - 4	0 - 2	3	25	Todas	2	A,B,C,D,E	4.5 + 7.0	Moderada	3	1	3	3		
C (Cultivo Permanente) <sup>#</sup>	4 - 8	2 - 4	2	50	Todas	2	A,B,C,D,E	4.5 + 7.0	Moderada	3	-	3	3		
	8 - 25	4 - 15	2	100	G, MG, M, MF	2	A,B,C,D,E	5.0 + 7.0	Ligera	3	-	3	3		
	25 - 50 <sup>&amp;</sup>	15 - 25	1	100	M, MF	2	A,B,C,D	5.0 + 7.0	Ligera	3	-	3	3		
P (Pastos)		25 - 50 <sup>&amp;</sup>	1	100	M, MF	2	A,B,C,D	5.0 + 7.0	Ligera	3	-	3	3		
	0 - 8	0 - 4	3	50	Todas	3	A,B,C,D,E,F	4.0 + 7.0	Moderada	3	2	3	4		
	8 - 15	4 - 15	3	100	MG, M, MF	3	A,B,C,D,E	5.0 + 7.0	Ligera	3	-	3	4		
F (Forestal)	0 - 8	0 - 4	4	25	Todas	3	Todos	Todos	Severa	3	3	3	4		
	8 - 25	4 - 15	4	50	Todas	3	A,B,C,D,E	Todos	Severa	3	-	3	4		
	25 - 50	15 - 25	3	50	Todas	3	A,B,C,D	Todos	Moderada	3	-	3	4		
X (Protección)	50 - 75	25 - 50	3	100	Todas	3	A,B,C,D	Todos	Moderada	3	-	3	4		
		50 - 75	2	100	Todas	3	A,B,C,D	Todos	Ligera	3	-	3	4		
	Tierras con características fuera de los límites señalados para los grupos superiores														

**Fuente:** (Decreto Supremo N° 0005-2022-MIDAGRI, 2022) Nota: \*Solo para cultivo de arroz. & Solo para cultivo de café. # Solamente hasta altitudes menores a 2,600 msnm.

**Tabla 32.** Georreferenciación de cobertura

Nº	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m)	Cobertura
	Este (X)	Norte (Y)		
1	379994	8997236	706	Bosque
2	379881	8996681	668	Cultivo agrícola
3	379233	8997124	662	Cultivo agrícola
4	378995	8996767	602	Suelo desnudo
5	378102	8996760	594	Bosque
6	379795	8995973	585	Cultivo agrícola
7	380821	8994915	591	Cultivo agrícola
8	379950	8994785	591	Zona urbana
9	378949	8994511	604	Bosque
10	379809	8994015	607	Bosque
11	380490	8992950	664	Bosque
12	379630	8992871	654	Bosque
13	380192	8992646	668	Pasto
14	378155	8993658	602	Cultivo agrícola
15	378578	8994187	603	Pasto
16	378982	8992917	630	Cultivo agrícola
17	376905	8994068	605	Cultivo agrícola
18	376177	8993440	614	Zona urbana
19	375165	8993221	632	Pasto
20	375535	8994419	672	Bosque
21	375026	8993658	617	Cultivo agrícola
22	374252	8993069	640	Cultivo agrícola
23	375596	8992545	634	Pasto
24	375582	8991799	653	Bosque
25	378300	8991971	624	Pasto
26	379961	8990066	776	Cultivo agrícola
27	380655	8990099	841	Pasto
28	377447	8990741	718	Cultivo agrícola
29	379345	8990840	727	Bosque
30	376449	8990233	985	Bosque
31	373178	8990444	963	Bosque
32	375062	8990466	892	Bosque
33	378258	8988614	715	Cultivo agrícola
34	379677	8988942	812	Bosque
35	378766	8989492	700	Pasto
36	377623	8989143	883	Cultivo agrícola
37	371824	8994064	659	Cultivo agrícola
38	371521	8992035	806	Bosque
39	372967	8993715	640	Cultivo agrícola
40	372226	8992995	709	Cultivo agrícola
41	370310	8992222	855	Bosque
42	372914	8991111	812	Bosque
43	371654	8990646	720	Pasto

---

44	369199	8992466	788	Cultivo agrícola
45	369051	8993916	848	Bosque
46	369368	8990783	1040	Bosque
47	369644	8989376	1021	Bosque
48	371157	8989312	829	Cultivo agrícola
49	376586	8988688	832	Bosque
50	370653	8994770	690	Zona urbana
51	371729	8995583	731	Bosque
52	370649	8995863	842	Bosque
53	372850	8996011	912	Bosque
54	374142	8996974	771	Cultivo agrícola
55	373274	8997144	817	Bosque
56	374501	8995958	766	Bosque
57	375007	8997574	643	Cultivo agrícola
58	376544	8996286	727	Bosque
59	377964	8995345	600	Pasto
60	377847	8996167	618	Pasto
61	376619	8995211	620	Cultivo agrícola
62	376502	8994688	622	Bosque
63	380280	8995366	590	Cultivo agrícola
64	373421	8991871	767	Bosque
65	372603	8991762	679	Bosque
66	379246	8992008	829	Pasto
67	380149	8991644	822	Pasto
68	376202	8991032	777	Bosque
69	370614	8991143	833	Bosque
70	370741	8990000	865	Pasto
71	370995	8993562	720	Cultivo agrícola
72	372837	8994604	727	Bosque
73	372122	8996493	877	Bosque
74	377886	8987562	806	Cultivo agrícola
75	379663	8988328	815	Pasto
76	378742	8987222	774	Cultivo agrícola
77	379243	8986530	816	Pasto
78	378962	8985366	849	Suelo desnudo
79	377869	8985952	979	Bosque
80	380572	8988872	931	Cultivo agrícola
81	379750	8989487	864	Pasto
82	380958	8989486	899	Pasto
83	379622	8995555	590	Cultivo agrícola
84	378995	8995563	602	Bosque
85	377305	8996555	610	Bosque
86	379197	8997575	784	Suelo desnudo
87	369937	8992871	798	Bosque

---

**Tabla 33.** Información de las muestras seleccionadas de las calicatas

Calicata	Coordenadas UTM		Altitud m.s.n.m.	Fisiografía	Cobertura
	Este	Norte			
C-01	8997019	380411	670	Terraza alta plana	Bosque
C-02	8997334	379663	689	Terraza alta plana	Bosque
C-03	8995957	379059	590	Terraza baja inundable	Bosque
C-04	8995962	378531	601	Terraza baja inundable	Bosque
C-05	8994791	377846	594	Terraza baja inundable	Bosque
C-06	8995771	376994	739	Colina baja moderadamente disectada	Pasto
C-07	8997020	377206	607	Lomadas	Cultivo agrícola
C-08	8993694	379993	608	Lomadas	Cultivo agrícola
C-09	8995139	375741	675	Terraza media plana	Bosque
C-10	8996526	375308	661	Terraza media plana	Cultivo agrícola
C-11	8997381	374613	696	Terraza alta plana	Cultivo agrícola
C-12	8989252	380330	874	Colina alta moderadamente disectada	Cultivo agrícola
C-13	8987623	379217	781	Colina baja moderadamente disectada	Cultivo agrícola
C-14	8986352	378028	933	Colina alta moderadamente disectada	Cultivo agrícola
C-15	8994157	374217	667	Terraza media ondulada	Bosque
C-16	8991337	375692	681	Terraza alta plana	Bosque
C-17	8994079	372547	655	Terraza media ondulada	Cultivo agrícola
C-18	8992276	373798	764	Colina baja moderadamente disectada	Cultivo agrícola
C-19	8995791	373761	1024	Montaña baja	Bosque
C-20	8995387	373250	825	Colina alta ligeramente disectada	Bosque
C-21	8996947	370474	1097	Montaña baja	Bosque
C-22	8993489	369920	722	Colina baja moderadamente disectada	Cultivo agrícola
C-23	8994472	370400	694	Colina alta moderadamente disectada	Bosque
C-24	8995199	369576	866	Colina alta moderadamente disectada	Bosque
C-25	8991076	368494	964	Colina alta fuertemente disectada	Bosque
C-26	8990278	368389	1206	Montaña baja	Bosque
C-27	8989675	371515	775	Colina baja moderadamente disectada	Cultivo agrícola
C-28	8988479	372487	913	Colina alta moderadamente disectada	Bosque
C-29	8988652	371274	816	Colina alta ligeramente disectada	Cultivo agrícola
C-30	8987790	371023	946	Colina alta moderadamente disectada	Bosque

**Tabla 34.** Clasificación de pendientes de la cuenca Bolsón Cuchara

Clasificación	Rango (%)	Superficie	
		Áreas (has)	Porcentaje (%)
Plano o casi a nivel	0-2%	4999.72	37.97%
Ligeramente inclinado	2-4%	413.06	3.14%
Moderadamente inclinado	4-8%	732.25	5.56%
Fuertemente inclinado	8- 15%	2045.29	15.53%
Moderadamente empinado	15 - 25%	4157.8	31.58%
Empinado	25-50%	818.84	6.22%
<b>Superficie total</b>		<b>13166.96</b>	<b>100%</b>

**Tabla 35.** Unidades fisiográficas de la cuenca Bolsón Cuchara

Clasificación	Símbolo	Superficie	
		Áreas (has)	Porcentaje (%)
Terraza baja inundable	TBI	2537.48	19.27%
Terraza baja no inundable	TBNIN	240.29	1.82%
Lomadas	LOM	255.31	1.94%
Terraza media plana	TMP	2155.38	16.37%
Terraza media ondulada	TMO	260.11	1.98%
Terraza alta plana	TAP	301.6	2.29%
Terraza alta ondulada	TAOND	42.23	0.32%
Colina baja ligeramente disectada	CBLD	229.16	1.74%
Colina baja moderadamente disectada	CBMD	392.45	2.98%
Colina baja fuertemente disectada	CBFD	36.4	0.28%
Colina alta ligeramente disectada	CALD	543.49	4.13%
Colina alta moderadamente disectada	CAMD	2364.52	17.96%
Colina alta fuertemente disectada	CAFD	699.43	5.31%
Montaña baja	MB	3104.3	23.58%
Montaña alta	MA	4.8	0.04%
<b>Superficie total</b>		<b>13 166.95</b>	<b>100%</b>

**Tabla 36.** Unidades de microrelieve de la cuenca Bolsón Cuchara

Clasificación	Superficie	
	Áreas (has)	Porcentaje (%)
Plano	6257.45	47.52%
Ondulado suave	1801.21	13.68%
Ondulado	5088.32	38.64%
Microquebrado o microaccidentado	19.97	0.15%
<b>Superficie total</b>	<b>13 166.95</b>	<b>100%</b>

**Tabla 37.** Zonas de vida de la cuenca Bolsón Cuchara

Clasificación	Superficie	
	Áreas (has)	Porcentaje (%)
Bosque muy húmedo premontano tropical	7065.65	53.66%
Bosque muy húmedo premontano tropical (transicional)	1635.7	12.42%
Bosque pluvial premontano tropical	4465.6	33.92%
<b>Superficie total</b>	<b>13 166.95</b>	<b>100%</b>

**Tabla 38.** Clasificación del uso actual de suelos de la cuenca Bolsón Cuchara

Uso actual de tierras	Superficie	
	Área (has)	Porcentaje (%)
Bosque denso	8338.77	63.33%
Cultivo Agrícola	3910.08	29.70%
Pastizal	699.74	5.31%
Suelo desnudo	60.35	0.46%
Zona urbana	99.44	0.76%
Cuerpo de agua	58.56	0.44%
<b>Total</b>	<b>13 166.94</b>	<b>100%</b>

**Tabla 39.** Clases de erosión potencial de suelos de la cuenca Bolsón Cuchara

<b>Erosión actual</b>	<b>Superficie</b>	
	<b>Áreas (has)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Muy Ligera	3427.94	26.03%
Ligera	168.97	1.28%
Moderada	481.94	3.66%
Severa	5481.82	41.63%
Extrema	3606.29	27.39%
<b>Superficie total</b>	<b>13 166.95</b>	<b>100%</b>

**Tabla 40.** Clases de erosión actual de suelos de la cuenca Bolsón Cuchara

<b>Erosión actual</b>	<b>Superficie</b>	
	<b>Áreas (has)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Muy Ligera	11431.28	86.82%
Ligera	261.28	1.98%
Moderada	348.10	2.64%
Severa	1121.26	8.52%
Extrema	5.03	0.04%
<b>Superficie total</b>	<b>13 166.95</b>	<b>100%</b>

**Tabla 41.** Clasificación de suelos según su capacidad de uso mayor de la cuenca Bolsón Cuchara

Descripción	Símbolo	Ha	%
Tierras aptas para Cultivos en Limpio, con calidad agrologica media, con limitación por suelos	A2se	2532.02	19.23%
Tierras aptas para Cultivos en Limpio, con calidad agrologica media, con limitación por suelos e inundación	A2si	482.22	3.66%
Tierras aptas para Cultivos en Limpio, con calidad agrologica baja, con limitación por suelos e inundación	A3se	377.74	2.87%
Tierras aptas para Cultivos en Limpio, con calidad agrologica baja, con limitación por suelos e inundación	A3si	1991.42	15.12%
Tierras aptas para Cultivos Permanentes, con calidad agrologica media, con limitación por suelos y erosión	C2se	1882.34	14.30%
Tierras aptas para Cultivos Permanentes, con calidad agrologica baja, con limitación por suelos y erosión	C3se	933.96	7.09%
Tierras aptas para Producción Forestal, con calidad agrologica media, con limitación por suelos y erosión	F3s	1140.12	8.66%
Tierras aptas para Producción Forestal, con calidad agrologica baja, con limitación por suelos y erosión	F3se	3717.62	28.23%
Tierras aptas para Pastos, con calidad agrologica baja, con limitación por suelos	P3s	10.34	0.08%
Tierras aptas para Pastos, con calidad agrologica baja, con limitación por suelos, con limitación por suelos	P3se	40.91	0.31%
Cuerpo de agua	X	58.25	0.44%
<b>Superficie total</b>		<b>13 166.95</b>	<b>100%</b>

**Anexo 2. Panel fotográfico****Figura 11.** Georeferenciación de zonas urbanas**Figura 12.** Georeferenciación de cultivos agrícolas (plátano)



**Figura 13.** Georeferenciación de cultivos agrícolas (cítricos)



**Figura 14.** Identificación de pastizales



**Figura 15.** Georeferenciación de purma



**Figura 16.** Identificación de cultivos agrícolas (en descanso)



**Figura 17.** Georeferenciación de cultivos agrícolas



**Figura 18.** Excavación de calicatas y extracción de muestras de suelos



**Figura 19.** Georeferenciación de cultivos agrícolas (cacao)



**Figura 20.** Excavación de calicatas e identificación de horizontes

## Anexo 3. Análisis de suelos

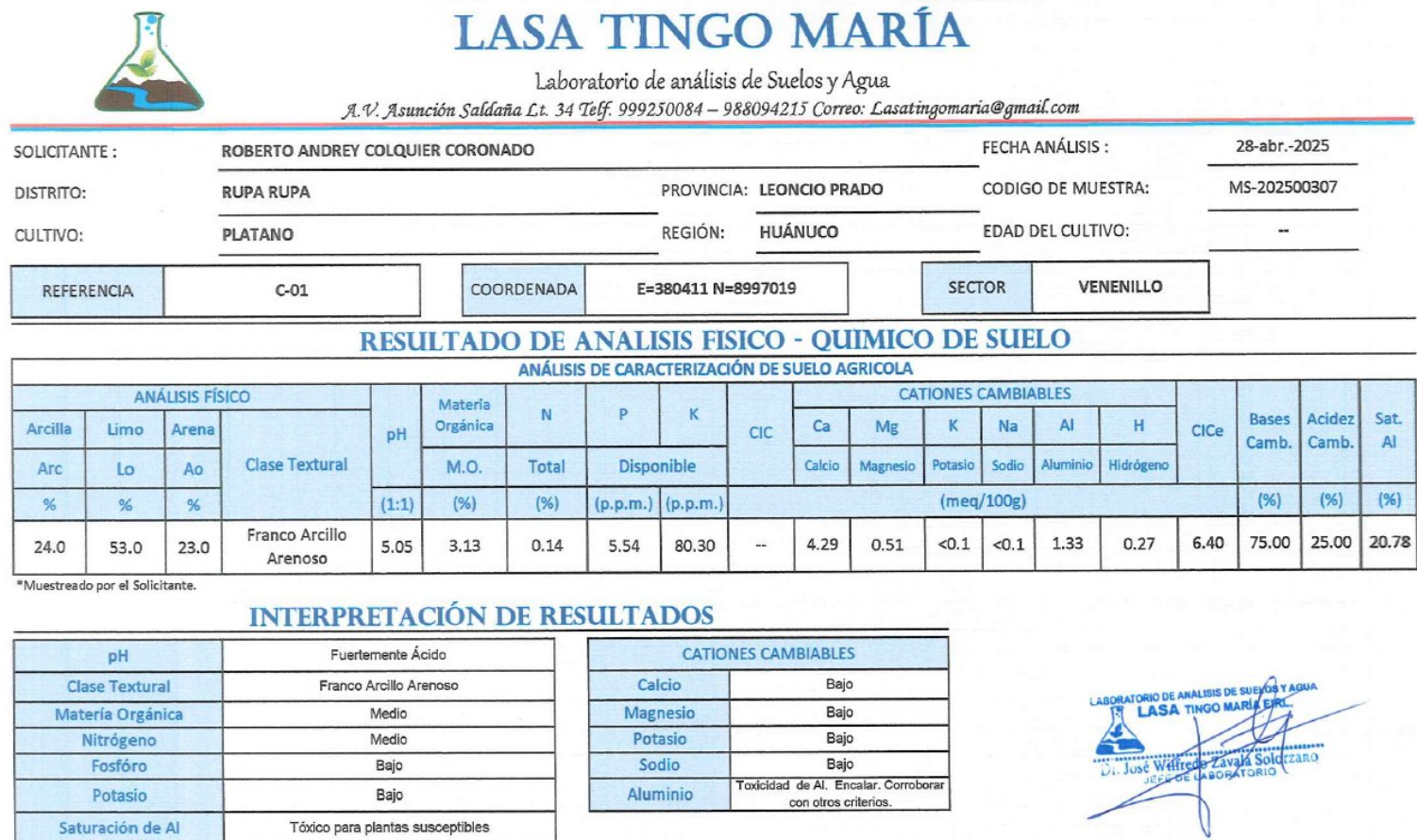


Figura 21. Análisis de suelos de calicata 001



# LASA TINGO MARÍA

Laboratorio de análisis de Suelos y Agua

A.V. Asunción Saldaña Lt. 34 Telf. 999250084 – 988094215 Correo: Lasatingomaria@gmail.com

SOLICITANTE :	ROBERTO ANDREY COLQUIER CORONADO	FECHA ANÁLISIS :	28-abr.-2025
DISTRITO:	RUPA RUPA	PROVINCIA: LEONCIO PRADO	CODIGO DE MUESTRA: MS-202500311
CULTIVO:	CACAO	REGIÓN: HUÁNUCO	EDAD DEL CULTIVO: --

REFERENCIA	C-05	COORDENADA	E=377846 N=8994791	SECTOR	LOS CEDROS
------------	------	------------	--------------------	--------	------------

## RESULTADO DE ANALISIS FISICO - QUIMICO DE SUELO

### ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS FÍSICO			Clase Textural	pH	Materia Orgánica	N	P	K	CIC	CATIONES CAMBIABLES						CICe	Bases Camb.	Acidez Camb.	Sat. Al
Arcilla	Limo	Arena								Ca	Mg	K	Na	Al	H				
Arc	Lo	Ao								Calcio	Magnesio	Potasio	Sodio	Aluminio	Hidrógeno				
%	%	%	(1:1)	(%)	Total	Disponible	(p.p.m.)	(p.p.m.)	(meq/100g)						(%)	(%)	(%)		
44.0	40.0	16.0	Franco	4.14	1.57	0.07	3.66	42.33	--	2.25	0.48	<0.1	<0.1	4.13	0.83	7.69	35.50	64.50	53.71

\*Muestreado por el Solicitante.

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

pH	Fuertemente Ácido
Clase Textural	Franco
Materia Orgánica	Bajo
Nitrógeno	Bajo
Fosfóro	Bajo
Potasio	Bajo
Saturación de Al	Tóxico para plantas susceptibles

CATIONES CAMBIABLES	
Calcio	Bajo
Magnesio	Bajo
Potasio	Bajo
Sodio	Bajo
Aluminio	Toxicidad de Al. Encalar. Corroborar con otros criterios.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS Y AGUA  
**LASA TINGO MARÍA**  
 Dr. José Wilfredo Zavala Solorzano  
 JEFE DE LABORATORIO

Figura 22. Análisis de suelos de calicata 005



# LASA TINGO MARÍA

Laboratorio de análisis de Suelos y Agua

A.V. Asunción Saldaña Lt. 34 Telf. 999250084 – 988094215 Correo: Lasatingomaria@gmail.com

SOLICITANTE :	ROBERTO ANDREY COLQUIER CORONADO	FECHA ANÁLISIS :	28-abr.-2025
DISTRITO:	RUPA RUPA	PROVINCIA: LEONCIO PRADO	CODIGO DE MUESTRA: MS-202500316
CULTIVO:	BOSQUE	REGIÓN: HUÁNUCO	EDAD DEL CULTIVO: --

REFERENCIA	C-10	COORDENADA	E=375308 N=8996526	SECTOR	LOS CEDROS
------------	------	------------	--------------------	--------	------------

## RESULTADO DE ANALISIS FISICO - QUIMICO DE SUELO

### ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS FÍSICO			Clase Textural	pH	Materia Orgánica	N	P	K	CIC	CATIONES CAMBIABLES						CICe	Bases Camb.	Acidez Camb.	Sat. Al
Arcilla	Limo	Arena								Ca	Mg	K	Na	Al	H				
Arc	Lo	Ao								Calcio	Magnesio	Potasio	Sodio	Aluminio	Hidrógeno				
%	%	%	(1:1)	(%)	(%)	(p.p.m.)	(p.p.m.)	(meq/100g)						(%)	(%)	(%)			
39.0	37.0	24.0	Franco	4.64	1.88	0.08	4.57	73.48	--	4.06	0.45	<0.1	<0.1	3.32	0.66	8.49	53.12	46.88	39.10

\*Muestreado por el Solicitante.

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

pH	Fuertemente Ácido
Clase Textural	Franco
Materia Orgánica	Bajo
Nitrógeno	Bajo
Fosfóro	Bajo
Potasio	Bajo
Saturación de Al	Tóxico para plantas susceptibles

CATIONES CAMBIABLES	
Calcio	Bajo
Magnesio	Bajo
Potasio	Bajo
Sodio	Bajo
Aluminio	Toxicidad de Al. Encalar. Corroborar con otros criterios.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS Y AGUA  
**LASA** TINGO MARÍA  
 Dr. José Wilfredo Zavala Sojozani  
 JEFE DE LABORATORIO

Figura 23. Análisis de suelos de calicata 010



# LASA TINGO MARÍA

Laboratorio de análisis de Suelos y Agua

A.V. Asunción Saldaña Lt. 34 Telf: 999250084 – 988094215 Correo: Lasatingomaria@gmail.com

SOLICITANTE :	ROBERTO ANDREY COLQUIER CORONADO	FECHA ANÁLISIS :	16-may.-2025
DISTRITO:	RUPA RUPA	PROVINCIA: LEONCIO PRADO	CODIGO DE MUESTRA: MS-202500345
CULTIVO:	PURMA	REGIÓN: HUÁNUCO	EDAD DEL CULTIVO: --

REFERENCIA	C-15	COORDENADA	E=374217 N=8994157	SECTOR	BARTOLOME HERRERA
------------	------	------------	--------------------	--------	-------------------

## RESULTADO DE ANALISIS FISICO - QUIMICO DE SUELO

### ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS FÍSICO			Clase Textural	pH	Materia Orgánica	N	P	K	CIC	CATIONES CAMBIABLES						CICe	Bases Camb.	Acidez Camb.	Sat. Al
Arcilla	Limo	Arena								Ca	Mg	K	Na	Al	H				
Arc	Lo	Ao								Calcio	Magnesio	Potasio	Sodio	Aluminio	Hidrógeno				
%	%	%	(1:1)	(%)	(%)	(p.p.m.)	(p.p.m.)	(meq/100g)						(%)	(%)	(%)			
39.0	35.0	26.0	Franco	4.12	1.57	0.07	3.36	44.10	--	2.25	0.49	<0.1	<0.1	4.97	0.99	8.70	31.49	68.51	57.13

\*Muestreado por el Solicitante.

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

pH	Fuertemente Ácido
Clase Textural	Franco
Materia Orgánica	Bajo
Nitrógeno	Bajo
Fosfóro	Bajo
Potasio	Bajo
Saturación de Al	Tóxico para plantas susceptibles

CATIONES CAMBIABLES	
Calcio	Bajo
Magnesio	Bajo
Potasio	Bajo
Sodio	Bajo
Aluminio	Toxicidad de Al. Encalar. Corroborar con otros criterios.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS Y AGUA  
 LASA TINGO MARÍA S.R.L.  
 Dr. José Wilfredo Zavala Solorzano  
 JEFE DE LABORATORIO

Figura 24. Análisis de suelos de calicata 015



# LASA TINGO MARÍA

Laboratorio de análisis de Suelos y Agua

A.V. Asunción Saldaña L.t. 34 Téf. 999250084 – 988094215 Correo: Lasatingomaria@gmail.com

SOLICITANTE :	ROBERTO ANDREY COLQUIER CORONADO	FECHA ANÁLISIS :	16-may.-2025
DISTRITO:	JOSE CRESPO Y CASTILLO	PROVINCIA: LEONCIO PRADO	CODIGO DE MUESTRA: MS-202500350
CULTIVO:	CACAO	REGIÓN: HUÁNUCO	EDAD DEL CULTIVO: --

REFERENCIA	C-20	COORDENADA	E=373250 N=8995387	SECTOR	NUEVO SAN MARTIN
------------	------	------------	--------------------	--------	------------------

## RESULTADO DE ANALISIS FISICO - QUIMICO DE SUELO

### ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS FÍSICO			Clase Textural	pH	Materia Orgánica	N	P	K	CIC	CATIONES CAMBIABLES						CICe	Bases Camb.	Acidez Camb.	Sat. Al
Arcilla	Limo	Arena								Ca	Mg	K	Na	Al	H				
Arc	Lo	Ao								Calcio	Magnesio	Potasio	Sodio	Aluminio	Hidrógeno				
%	%	%		(1:1)	(%)	(%)	(p.p.m.)	(p.p.m.)		(meq/100g)						(%)	(%)	(%)	
37.0	34.0	29.0	Franco Arcilloso	5.60	1.57	0.07	6.46	84.80	7.30	6.48	0.68	0.14	<0.1	<0.1	<0.1	--	100	--	--

\*Muestreado por el Solicitante.

### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

pH	Moderadamente Ácido
Clase Textural	Franco Arcilloso
Materia Orgánica	Bajo
Nitrógeno	Bajo
Fosfóro	Bajo
Potasio	Bajo
Saturación de Al	No hay problemas de Saturación de Aluminio

CATIONES CAMBIABLES	
Calcio	Medio
Magnesio	Bajo
Potasio	Bajo
Sodio	Bajo
Aluminio	No hay problemas con el aluminio

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUA  
**LASA TINGO MARÍA SRL**  
 Dr. José Wilfredo Zavala Solorzano  
 JEFE DE LABORATORIO

Figura 25. Análisis de suelos de calicata 020



# LASA TINGO MARÍA

Laboratorio de análisis de Suelos y Agua

A.V. Asunción Saldaña Lt. 34 Telf. 999250084 – 988094215 Correo: Lasatingomaria@gmail.com

SOLICITANTE :	ROBERTO ANDREY COLQUIER CORONADO	FECHA ANÁLISIS :	16-may.-2025
DISTRITO:	JOSE CRESPO Y CASTILLO	PROVINCIA: LEONCIO PRADO	CODIGO DE MUESTRA: MS-202500355
CULTIVO:	PASTO	REGIÓN: HUÁNUCO	EDAD DEL CULTIVO: --

REFERENCIA	C-25	COORDENADA	E=368494 N=8991076	SECTOR	ALTO CUCHARA
------------	------	------------	--------------------	--------	--------------

## RESULTADO DE ANALISIS FISICO - QUIMICO DE SUELO

ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELO AGRICOLA														CICe	Bases Camb.	Acidez Camb.	Sat. Al		
ANÁLISIS FÍSICO			pH	Materia Orgánica	N	P	K	CIC	CATIONES CAMBIABLES										
Arcilla	Limo	Arena							Clase Textural	Ca	Mg	K	Na					Al	H
Arc	Lo	Ao								Calcio	Magnesio	Potasio	Sodio					Aluminio	Hidrógeno
%	%	%	(1:1)	(%)	(%)	(p.p.m.)	(p.p.m.)	(meq/100g)						(%)	(%)	(%)			
41.0	35.0	24.0	Arcilloso	3.47	3.56	0.16	5.09	176.42	--	1.26	0.60	<0.1	<0.1	5.79	2.50	10.15	18.33	81.67	57.04

\*Muestreado por el Solicitante.

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

pH	Fuertemente Ácido
Clase Textural	Arcilloso
Materia Orgánica	Medio
Nitrógeno	Medio
Fosfóro	Bajo
Potasio	Medio
Saturación de Al	Tóxico para plantas susceptibles

CATIONES CAMBIABLES	
Calcio	Bajo
Magnesio	Bajo
Potasio	Bajo
Sodio	Bajo
Aluminio	Toxicidad de Al. Encalar. Corroborar con otros criterios.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS Y AGUA  
**LASA TINGO MARÍA EIRL.**  
  
 Dr. José Wilfredo Zavala Solorzano  
 JEFE DE LABORATORIO

Figura 26. Análisis de suelos de calicata 025



# LASA TINGO MARÍA

Laboratorio de análisis de Suelos y Agua

A.V. Asunción Saldaña Lt. 34 Telf. 999250084 – 988094215 Correo: Lasatingomaria@gmail.com

SOLICITANTE :	ROBERTO ANDREY COLQUIER CORONADO	FECHA ANÁLISIS :	16-may.-2025
DISTRITO:	RUPA RUPA	PROVINCIA: LEONCIO PRADO	CODIGO DE MUESTRA: MS-202500360
CULTIVO:	BOSQUE	REGIÓN: HUÁNUCO	EDAD DEL CULTIVO: --

REFERENCIA	C-30	COORDENADA	E=371023 N=8987790	SECTOR	BUENOS AIRES
------------	------	------------	--------------------	--------	--------------

## RESULTADO DE ANALISIS FISICO - QUIMICO DE SUELO

ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELO AGRICOLA														CICe	Bases Camb.	Acidez Camb.	Sat. Al		
ANÁLISIS FÍSICO				pH	Materia Orgánica	N	P	K	CIC	CACIONES CAMBIABLES									
Arcilla	Limo	Arena	Clase Textural							Ca	Mg	K	Na					Al	H
Arc	Lo	Ao		M.O.	Calcio	Magnesio	Potasio	Sodio	Aluminio	Hidrógeno									
%	%	%	(1:1)	(%)	Total	Disponible	(p.p.m.)	(p.p.m.)	(meq/100g)						(%)	(%)	(%)		
44.0	41.0	15.0	Arcilloso Limoso	4.36	0.58	0.03	1.09	69.97	--	0.99	0.38	<0.1	<0.1	1.59	0.58	3.54	38.70	61.30	44.92

\*Muestreado por el Solicitante.

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

pH	Fuertemente Ácido
Clase Textural	Arcilloso Limoso
Materia Orgánica	Bajo
Nitrógeno	Bajo
Fosfóro	Bajo
Potasio	Bajo
Saturación de Al	Tóxico para plantas susceptibles

CACIONES CAMBIABLES	
Calcio	Bajo
Magnesio	Bajo
Potasio	Bajo
Sodio	Bajo
Aluminio	Toxicidad de Al. Encalar. Corroborar con otros criterios.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS Y AGUA  
**LASA TINGO MARÍA E.I.R.L.**  
 Dr. José Williger Zavala Solorzano  
 JEFE DE LABORATORIO

Figura 27. Análisis de suelos de calicata 030



Acceda a la documentación completa de los análisis edáficos escaneando el código

Anexo 4. Mapas elaborados

