

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMIA



**“CLASIFICACIÓN DE TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO
MAYOR EN LA QUEBRADA PAYHUA Y RECOMENDACIONES DE
GESTIÓN SOSTENIBLE DEL SUELO”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

RUY RODRIGO MARTÍN MORALES ROBERTTI

LIMA – PERÚ

2023

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24 - Reglamento de Propiedad Intelectual)**

Document Information

Analyzed document	TSP_CUMPayhua_RuyMR.docx (D153376150)
Submitted	12/14/2022 3:21:00 PM
Submitted by	JUAN GUERRERO BARRANTES
Submitter email	jaguerrero.barrantes@lamolina.edu.pe
Similarity	7%
Analysis address	jaguerrero.barrantes.unalm@analysis.arkund.com

Juan Guerrero Barrantes

Sources included in the report

SA	Tesis - CUM - Felles 2017.docx Document Tesis - CUM - Felles 2017.docx (D34789154)		28
SA	UNU_AGRONOMIA_2019_T_JORGEESPINOZA_V1.docx Document UNU_AGRONOMIA_2019_T_JORGEESPINOZA_V1.docx (D48968185)		2
SA	1A_Mayorga_Rojas_Jaime_Cesar_Doctorado_2017.pdf Document 1A_Mayorga_Rojas_Jaime_Cesar_Doctorado_2017.pdf (D30063627)		5
SA	1A_Yaringaño_Vilcapoma_Mayumi_Karen_Título_Profesional_2019.docx Document 1A_Yaringaño_Vilcapoma_Mayumi_Karen_Título_Profesional_2019.docx (D54560505)		6
SA	UNU_FORESTAL_2019_PI_EDGARDIAZZUÑIGA_V1.docx Document UNU_FORESTAL_2019_PI_EDGARDIAZZUÑIGA_V1.docx (D49120989)		1
SA	Tesis Lupe Tufinio-011019.docx Document Tesis Lupe Tufinio-011019.docx (D57390491)		1
W	URL: https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2063&context=krc_researchreports Fetched: 11/3/2021 5:58:49 PM		1

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE AGRONOMIA
"CLASIFICACIÓN DE TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO MAYOR EN LA QUEBRADA PAYHUA Y RECOMENDACIONES DE GESTIÓN SOSTENIBLE DEL SUELO" TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO ELABORADO POR: RUY RODRIGO MARTÍN MORALES ROBERTTI PROFESOR REVISOR: JUAN GUERRERO BARRANTES
LIMA – PERÚ 2022
Agradecimientos

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMIA

**“CLASIFICACIÓN DE TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO
MAYOR EN LA QUEBRADA PAYHUA Y RECOMENDACIONES DE
GESTIÓN SOSTENIBLE DEL SUELO”**

RUY RODRIGO MARTÍN MORALES ROBERTTI

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

SUSTENTADO Y APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO

Dr. Federico Alexis Dueñas Dávila

PRESIDENTE

Ing. Mg. Sc. Juan Antonio Guerrero Barrantes

ASESOR

Ing. Mg. Sc Luis Rodrigo Tomassini Vidal

MIEMBRO

Ing. Mg. Sc. Ruby Antonieta Vega Ravello

MIEMBRO

LIMA, PERÚ

2023

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia y a mis padres a quienes les ofrezco este logro, en especial a Anita.

Agradezco profundamente el apoyo de mis colegas y amigos quienes me impulsaron completar esta etapa de mi carrera profesional, especialmente a Lidia, Mijaíl, Diego y particularmente a mi asesor y amigo Juan.

Agradecimientos especiales a la Ing. Karim Quevedo y al equipo del Proyecto FONDES-SENAMHI quienes habilitaron el uso de la información utilizada en la experiencia.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Problemática	1
1.2 Objetivos:.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Sistema de Clasificación de Tierras de Acuerdo a su Capacidad de Uso Mayor ..4	
2.2. Categorías del Sistema CTCUM.....	5
2.3. Gestión Sostenible del Suelo	11
III. DESARROLLO DEL TRABAJO	0
3.1. Experiencia Personal en la Determinación de la Capacidad de Uso Mayor de la Quebrada Payhua	0
3.2. Determinación de la clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor en la Quebrada Payhua	22
3.3 Resultados de la determinación de la Capacidad de Uso Mayor y descripción de los grupos, clases y sub clases identificadas en la quebrada de Payhua.	33
3.4 Recomendaciones de Gestión Sostenible del Suelo en la Quebrada Payhua	44
IV. CONCLUSIONES.....	50
5.1. Sistema de clasificación de tierras, de acuerdo a su capacidad de uso mayor en la quebrada de Payhua.....	50
5.2. Gestión Sostenible del Suelo	51
V. RECOMENDACIONES	53
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	54
ANEXOS	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Grupos de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras	6
Tabla 2: Descripción de las Clases Agrologicas CUM	8
Tabla 3: Descripción de las Limitaciones agrológicas (sub clases agrologicas)	10
Tabla 4: Condiciones especiales.....	10
Tabla 5: Suelos identificados en la quebrada Payhua, de acuerdo a la clasificación USDA (Soil Taxonomy 2014).....	19
Tabla 6: Gradientes de pendientes en porcentaje (%) en la quebrada de Payhua	26
Tabla 7: Geomorfología – Unidades de subpaisaje y su relación con CUM de la quebrada Payhua.....	28
Tabla 8: Formaciones ecológicas de la quebrada Payhua – Matucana.....	29
Tabla 9: Número de calicatas realizadas en el estudio de suelos de quebrada Payhua ..	31
Tabla 10: Ubicación de las calicatas realizadas en la quebrada Payhua	31
Tabla 11: Características fisicoquímicas de los suelos de la quebrada Payhua.....	32
Tabla 12: Capacidad de Uso Mayor de las tierras de la quebrada Payhua.....	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Interpretación de los códigos CUM, utilizados en tablas y mapas	11
Figura 2: Andenerías de la Quebrada Payhua	13
Figura 3: Personal de apoyo de la localidad de Payhua en apertura de calicata.....	17
Figura 4: Desarrollo del mapa de Suelos y CUM desde unidades cartográficas.....	20
Figura 5: Ubicación Departamental y Vectorial de quebrada Payhua. Valle río Rímac, Lima.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 6: Metodología de Obtención del Mapa de Capacidad de Uso Mayor utilizando SIG.....	24
Figura 7: Mapa de ubicación de las calicatas en la quebrada Payhua-Matucana	31
Figura 8: Distribución de los Grupos CUM encontradas en la quebrada Payhua	35
Figura 9: Tierras de Cultivo en limpio en la zona de cauce fluvial de Río Rímac.....	37
Figura 10: Cultivos permanentes (alfalfa) en andenería en Uso. Payhua.....	37
Figura 11: Paisaje representativo de tierras de pastos de baja calidad agrológica con limitaciones por suelos y erosión (P3se(a)).....	39
Figura 12: Paisaje Límite de andenerías en uso y andenerías abandonadas, divididas por el canal de riego de Humash	39
Figura 13: Paisaje de tierras de protección con limitaciones por erosión en la parte alta de las laderas de la quebrada Payhua (Xe)	41
Figura 14: Paisaje de inicio de cárcava en laderas empinadas de quebrada Payuha geoforma cárcavas	42
Figura 15: Pequeñas parcelas con policultivos.....	44
Figura 16: Parcela de alfalfa con riego por aspersión	45
Figura 17: Crianza extensiva de ganado vacuno	46
Figura 18: Cultivos en terrazas con barreras vivas y andes prehispánicos en la parte alta	47
Figura 19: Parcela de alfalfa con riego por aspersión	48

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: AUTORIZACIÓN PARA USO DE INFORMACIÓN.....	57
ANEXO 2: RESULTADOS ANALISIS DE LABORATORIO.....	58
ANEXO 3: MAPAS	63
ANEXO 4: PERFILES MODALES DE SUELOS	67

RESUMEN

La Clasificación de Tierras de acuerdo a su Capacidad de Uso Mayor (CTCUM o CUM), es una herramienta técnica desarrollada para promover el uso racional del recurso suelo, bajo los criterios de obtener el máximo beneficio en la producción agropecuaria y forestal, la sostenibilidad económica y social, y el control de la degradación del suelo. En la quebrada Payhua, se evaluaron variables geográficas, climatológicas, biológicas y de cobertura vegetal. Resalta la presencia de andenerías prehispánicas en uso y abandonadas, siendo estas áreas donde se desarrolla algún tipo de actividad agropecuaria. Las bases de datos utilizadas se remiten a la experiencia del proyecto FONDOS-SENAMHI ejecutado el año 2021, junto con el soporte de la evaluación de suelos, se procedió a la evaluación de las 1593.37 ha de la cuenca. El procesamiento de información se realizó con apoyo en el software ArcGIS 10.8 y procesadores de imágenes. Los resultados de la evaluación muestran que las tierras con mayor distribución son las correspondientes al grupo Tierras de Protección (X) que ocupan el 89.62% del área total de la quebrada, localizadas en terrenos de relieve accidentado, con laderas fuertemente empinadas, afloramientos rocosos y formando parte de lechos de río; en menor medida, tierras para Cultivo en Limpio (A) y Permanente (C) en andenerías en uso de las zonas bajas y medias de la cuenca y tierras para Pastos (P) y Forestales (F) en la parte alta. Una vez realizada la clasificación, cada grupo, clase y subclase de CUM se asoció a un conjunto de Prácticas de Gestión Sostenible del Suelo identificando las prácticas ya implementadas por los pobladores locales y realizando recomendaciones para la adopción de prácticas de conservación probada efectividad.

Palabras clave: Clasificación de Capacidad de las Tierras, Degradación de las tierras, Gestión Sostenible del suelo, Andenerías.

ABSTRACT

The Land Capacity Classification according to its Greater Use (LCC), is a technical tool developed to promote the rational use of soil resources, under the criteria of obtaining the maximum benefit in agricultural and forestry production, economic and social sustainability, and the control of soil degradation. In the Payhua stream, geographical, climatological, biological and vegetation cover variables were evaluated. The presence of pre-Hispanic terraces in use and abandoned stands out, being these areas where some type of agricultural activity is carried out. The databases used refer to the experience of the FONDES-SENAMHI Project executed in 2021, together, with the support of the soil evaluation of the 1593.37 ha of the basin was carried out. The information was processed with the support of ArcGIS 10.8 software and image processors. The results of the evaluation show that the lands with the greatest distribution are those corresponding to the group Protection Lands (X) that occupy 89.62% of the total area of the ravine, located in terrains of rugged relief, with steep slopes, rocky outcrops and forming part of river beds; to a lesser extent, lands for Clean Cultivation (A) and Permanent (C) on terraces in use in the lower and middle areas of the basin and lands for Pastures (P) and Forestry (F) in the upper part. Once the classification was carried out, each group, class and subclass of LCC was associated with a set of Sustainable Soil Management Practices, identifying the practices already implemented by the local inhabitants and making recommendations for the adoption of conservation practices proven to be effective.

Keywords: Land Capacity Classification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Terraces.

I. INTRODUCCIÓN

La Clasificación de Tierras de acuerdo a su Capacidad de Uso Mayor (CTCUM o CUM), es una herramienta técnica para promover el uso racional del recurso suelo en el Perú, obteniendo el máximo beneficio en la producción de alimentos y aspectos económicos y sociales, y evitando su degradación. Esta clasificación de Tierras brinda información que será utilizada en herramientas de gestión ambiental tales como los estudios de impacto ambiental (EIA), estudios de zonificación ecológica y económica (ZEE), la zonificación forestal (ZF), así como la identificación y clasificación de zonas vulnerables a procesos de degradación por erosión, y de acuerdo a su investigación, las tierras identificadas ven una correspondencia con técnicas de Gestión Sostenible de los Suelos (GSS) específicas para asegurar su conservación (D.S. No 005-2022 MIDAGRI).

El finalidad del presente trabajo es hacer uso de los conocimientos y la experiencia adquirida por el postulante en el proceso de la determinación de la Capacidad de Uso Mayor de las tierras. A partir de la identificación de Unidades cartográficas de suelos, en base a sus características de relieve, geoforma y clima, se asocia a cierta Capacidad de uso mayor. A continuación, se determina las recomendaciones de Gestión Sostenible del Suelo asociadas a cada unidad identificada. Para la determinación de la CUM y su desarrollo cartográfico se utilizó información proveniente del estudio de aptitud de las tierras asociado a la pérdida de suelos ante peligros hidrometeorológicos en las quebradas Pedregal, Cusipata y Payhua, llevado a cabo por FONDES-SENAMHI en 2021, de donde se obtuvo datos de relieve, clima y suelos del ámbito de estudio, las unidades cartográficas fueron procesadas con ayuda del software ArcGIS 10.8.

1.1 Problemática

En el presente estudio se tomó la decisión de desarrollar la evaluación de la CUM en la quebrada Payhua a causa de sus particularidades y diversidad, esta es una quebrada con altas diferencias altitudinales, desde los 2500 hasta 4800 msnm, presentando cinco distintos tipos de formaciones ecológicas, albergando edificaciones de conservación expresadas en terrazas

y andenerías de origen prehispánico, marcadamente diferenciadas en uso y abandonadas, y de las cuales ha podido determinarse su aptitud actual para uso agropecuario.

El presente trabajo desarrolla una metodología válida para la determinación del mapa de CUM de la quebrada Payhua y su correspondiente interpretación y memoria descriptiva de cada unidad identificada. Las disciplinas empleadas en la determinación de CUM fueron seleccionadas tomando como criterio lo que ha establecido el Reglamento del Levantamiento de Suelos (D.S. N°013-2010-AG, 2013) y para realizar la “Clasificación de Tierras de acuerdo a su Capacidad de Uso Mayor” (D. S. N°017-2009-AG, 2009), donde se especifica que la CUM correspondiente a cada unidad de tierra, es determinada mediante la interpretación cuantitativa de las características edáficas, climáticas (zona de vida) y de relieve, los que intervienen en forma conjugada (MINAGRI, 2009).

Las disciplinas referidas como recurso o insumo para el desarrollo del estudio de Clasificación de Tierras de acuerdo a su Capacidad de Uso Mayor de la quebrada Payhua son el mapa de pendientes, extraído a partir del Modelo de Elevación Digital (DEM), el mapa de Zona de Vida, desarrollado a partir del Atlas de Zonas de Vida del Perú, presentado por Aybar-Camacho, 2017, , la geomorfología, desarrollada por inspección de imágenes satelitales durante el Estudio de Peligros Hidrometeorológicos de la quebrada Payhua, toda esta información, respaldada por la data producto del levantamiento de suelos.

Las recomendaciones de manejo de cultivos, ganadería y agroforestería realizados en el ámbito de evaluación se basan en las directrices voluntarias para la Gestión Sostenible de los Suelos, desarrollado por la FAO (2017), donde expresa que sus objetivos son presentar principios aceptados, de eficacia demostrada, y basados en la ciencia para promover la GSS y brindar orientación a todas las partes interesadas sobre cómo ponerlos en práctica, ya sea en la agricultura, la ganadería o la silvicultura o, más en general, en la ordenación de los recursos naturales (FAO, 2017).

1.2 Objetivos:

- Presentar herramientas, metodologías, etapas y/o procesos en la clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor.

- Realizar el estudio de Clasificación de tierras de acuerdo a su Capacidad de Uso Mayor en la quebrada Payhua en Matucana, parte media de la cuenca del río Rímac.
- Realizar recomendaciones de manejo y gestión sostenible de los suelos de la quebrada Payhua para las diferentes clases de tierras identificados durante la clasificación.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Sistema de Clasificación de Tierras de Acuerdo a su Capacidad de Uso Mayor

La Clasificación de Tierras de acuerdo con su Capacidad de Uso Mayor (CTCUM, CUM), mediante el Decreto Supremo N° 017-2009-AG, es una herramienta técnica que busca promover el uso racional del recurso suelo, con el fin de conseguir el máximo beneficio económico y social, evitando su degradación como medio natural de bioproducción y fuente alimentaria, y determinando su capacidad e identificando sus limitaciones. Esta herramienta además interviene en varios procesos y procedimientos importantes como la zonificación económica y ecológica (ZEE), la zonificación forestal (ZF), los procedimientos agrarios, procedimientos de formalización y saneamiento físico legal de la propiedad rural, entre otros (D. S. N°017-2009-AG, 2009).

El CTCUM o CUM tiene como finalidades y alcances: a) promover el uso racional y sostenible del suelo; b) evitar la degradación de los suelos; c) establecer un Sistema Nacional (peruano) de Clasificación de Tierras; d) identificación de las capacidades y limitaciones del suelo y e) su alcance es nacional y su aplicación, a los usuarios del suelo en el contexto agrario, a todos los niveles públicos, donde la prioridad de este tipo de sistemas de clasificación es la conservación del suelo (FAO, 1976).

El CTCUM o CUM considera a la Tierra como una superficie geográfica con aptitudes naturales, involucra el componente clima, (zona de vida de Holdridge), suelo (interpretación de los estudios de suelos) y relieve (paisaje y formas de la tierra) y se desarrolla bajo criterio de sostenibilidad, para una productividad óptima y constante bajo un sistema de manejo establecido, y prevenciones regulaciones para evitar la degradación de los suelos. Documentos similares desarrollan la Capacidad de Uso a partir de la información fisiográfica, mapa de pendientes y el uso actual de la tierra, sustentado con verificaciones de suelos (INAB, 2000).

Durante el 2018, después de un trabajo coordinado entre el MINAGRI, el MINAM y el SERFOR se aprobó el proyecto de adecuación del Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor, mediante R.M. N.º 0427-2018-MINAGRI del 30 octubre 2018, publicado el 2 de noviembre del 2018 en el diario El Peruano. El Ministerio de Agricultura y Riego, a través de la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios-DGAAA, es responsable de la evaluación del estudio de levantamiento de suelos, así como de la ejecución, supervisión, promoción, evaluación y aprobación y difusión de la Clasificación de las tierras, en el ámbito nacional.

2.2. Categorías del Sistema CTCUM

La CUM está conformada por tres (03) categorías o jerarquías de uso: Grupo CUM, clase CUM y sub clase de CUM, la descripción de éstas se desarrolla a continuación.

2.2.1 Grupo de Capacidad de Uso Mayor

Es el primer nivel categórico, representa *el más alto nivel* de la CTCUM, que agrupa a las tierras de acuerdo a su máxima aptitud de uso; que representan características y cualidades de su aptitud natural para la producción sostenible de cultivos en limpio, cultivos permanentes, pastos o forestales; las que no reúnen estas condiciones son consideradas tierras de protección. En la tabla 1, se describen las características de los grupos que considera el sistema CTCUM.

Tabla 1: Grupos de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras

GRUPO CUM	DESCRIPCIÓN DE GRUPO CUM
Tierras Aptas para Cultivo en Limpio (Símbolo A)	Reúne tierras que presentan características climáticas, de relieve y edáficas para la producción de cultivos en limpio, que demandan remociones o araduras periódicas y continuadas de suelo. Estas tierras de acuerdo a sus características ecológicas también pueden destinarse a otras alternativas de uso, ya sea cultivos permanentes, pastos, producción forestal y protección, en concordancia a las políticas e interés social del estado y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.
	Reúne a las tierras cuyas características climáticas, relieve, edáficas no son favorables para la producción de cultivos que requieren la remoción periódica y continuada del suelo, (cultivo en limpio) pero permiten la producción de cultivos permanentes, ya sean arbustivos y arbóreos (frutales principalmente). Estas tierras, también pueden destinarse a otras alternativas de uso, ya sea producción de pastos, producción forestal, protección, en concordancia a las políticas e interés social del estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.
Tierras Aptas para Pastos (Símbolo P)	Reúne a las tierras cuyas características climáticas, relieve, edáficas no son favorables para cultivos en limpio, ni permanentes, pero si para la producción de pastos naturales o cultivados, que permitan el pastoreo continuado o temporal, sin deterioro de la capacidad productiva del recurso suelo. Estas tierras, según su condición ecológica (zona de vida) podrán destinarse para producción forestal o protección, cuando así convenga, en concordancia a las políticas e interés social del estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.
Tierras de Aptitud Forestal (Símbolo F)	Son aquellas que, por su valor intrínseco, características ecológicas y edáficas tienen capacidad para la producción permanente y sostenible de bienes y servicios forestales, o potencial para la forestación como para reforestación. Estas tierras también pueden destinarse a la producción forestal no maderable o protección cuando así convenga, de acuerdo a políticas e interés social, sin contravenir los principios del uso sostenible.
Tierras de Protección (símbolo X)	Son aquellas que, por sus condiciones biológicas de fragilidad ecosistémica y edáfica, no son aptas para el aprovechamiento maderable u otros usos que alternen la cobertura vegetal o remuevan el suelo. Las tierras de protección destinadas a la conservación de las fuentes de agua o cabeceras de cuencas, riberas de ríos hasta del tercer orden y a la protección contra la erosión. En ellas es posible la recolección y aprovechamiento de productos forestales no maderables, el manejo y aprovechamiento de la fauna silvestre, así como usos recreativos y actividades educativas o de investigación científica, en la medida que no se afecte su existencia, ni sus funciones protectoras. Se consideran en este grupo los escenarios de glaciares (nevados), afloramientos líticos, tierras con cárcavas, playas, otras.

2.2.2 Clases Agrológicas CUM

Es el segundo nivel categórico de la CUM, están las unidades de tierra según su “Calidad Agrológica” dentro de cada grupo. La calidad agrológica, depende de la fertilidad fisicoquímica, relieve y características climáticas y representan el potencial de uso del suelo para producir plantas específicas (cultivos, pastos, forestales), bajo un sistema de prácticas de manejo. Se han establecido tres (03) clases de calidad agrológica:

- **La clase de calidad agrológica alta:** comprende las tierras que tienen mayor potencial y que requiere de prácticas de manejo y conservación de suelos de menor intensidad y preventivas.
- **La clase de calidad agrológica media:** corresponde a las tierras que tienen algunas limitaciones y que requieren prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos.
- **La clase de calidad agrológica baja:** reúne a tierras de menor potencial dentro de cada grupo de uso, exigiendo prácticas más intensas y caras de manejo y conservación de suelos para la obtención de una producción económica continuada.

Las clases establecidas por cada Grupo CUM se describen en la tabla 2.

Tabla 2: Descripción de las Clases Agrologicas CUM

G	CLASE	DESCRIPCIÓN CLASE CUM
A	Tierras aptas para cultivo en limpio de Calidad Agrológica Alta (Símbolo A1)	Agrupa a tierras de la más alta calidad, con ninguna limitación que restrinjan su uso intensivo y continuado; excelentes características climáticas, de relieve, edáficas, permiten un amplio uso de cultivos; requiere de prácticas preventivas de gestión y conservación de suelos.
	Tierras aptas para cultivo en limpio de Calidad Agrológica Media (Símbolo A2)	Agrupa a tierras de moderada calidad para la producción de cultivos con algunas limitaciones de orden climático, edáfico o de relieve, que reducen la disposición de cultivos, así como su capacidad productiva. Requieren de prácticas de manejo y de conservación de suelos, enfocadas en sus principales limitantes, a fin de evitar su deterioro.
	Tierras aptas para cultivo en limpio de Calidad Agrológica Baja (Símbolo A3)	Agrupa a tierras de baja calidad, con severas limitaciones de orden climático, edáfico o de relieve, que reducen significativamente el cuadro de cultivos y la capacidad productiva. Requiere de una fuerte inversión en prácticas intensas y a veces especiales, de conservación de suelos.
C	Tierras Aptas para cultivos permanentes de Calidad agrologica alta (Símbolo C1)	Agrupa a tierras con alta calidad de suelo, con ligeras limitaciones que favorecen los cultivos permanentes, principalmente frutales y arbóreos. Requiere de prácticas preventivas de manejo y conservación de suelos.
	Tierras Aptas para cultivos permanentes de Calidad Agrológica Media (Símbolo C2)	Agrupa a tierras de calidad media, con ciertas limitaciones que reducen el cuadro de cultivos permanentes. Requiere de prácticas de manejo que prioricen las principales limitaciones de productividad y asegurar una buena gestión, producción y conservación de los suelos.
	Tierras Aptas para cultivos permanentes de Calidad Agrológica baja (Símbolo C3)	Agrupa a tierras de baja calidad, con limitaciones severas de orden climático, edáfico o de relieve, que disminuye el potencial de fijación de cultivos permanentes y por tanto, requieren de una fuerte inversión en la aplicación de prácticas intensas de manejo y conservación de suelos.
P	Tierras aptas para pastos de Calidad agrologica alta (Símbolo P1)	Agrupa a tierras de alta calidad agrológica, con ciertas limitaciones que favorecen el crecimiento de pastizales naturales y mejorados, por sobre los cultivos; y permiten una ganadería sostenible. Requiere de prácticas preventivas de gestión sostenible, tanto de suelos como de pastos.

	Tierras aptas para pastos de Calidad agrologica media (Símbolo P2)	Agrupar tierras de calidad agrologica media, con limitaciones y deficiencias más intensas que la clase anterior. Requieren de prácticas de manejo y conservación de suelos y pastos para evitar su deterioro.
	Tierras aptas para pastos de Calidad agrologica baja (Símbolo P3)	Agrupar a tierras de calidad agrologica baja, las fuerte limitaciones y deficiencias para el crecimiento de pasturas naturales y mejorados. Requieren de prácticas intensivas de manejo de suelos y pastos y una ganadería sostenible, evitando el deterioro progresivo del suelo.
F	Calidad agrologica alta (Símbolo F1)	Agrupar a tierras de alta calidad agrológica, que permite el uso sostenible de recursos forestales y de fauna silvestre, donde es posible la producción y extracción de madera bajo sistemas intensivos o mecanizados y el aprovechamiento de los servicios ecosistémicos.
	Calidad agrologica media (Símbolo F2)	Agrupar a tierras de calidad agrológica media con restricciones o deficiencias para el aprovechamiento sostenible de recursos forestales y de fauna silvestre. Requiere de criterios de gestión sostenible de suelos.
	Calidad agrologica baja (Símbolo F3)	Agrupar a tierras de calidad agrológica baja, con fuertes limitaciones para el aprovechamiento sostenible de recursos forestales y de fauna silvestre. Requiere de aplicación de criterios de gestión sostenible de suelos.
X	Tierras de protección (Símbolo X)	Estas tierras no presentan clases de capacidad de uso (alta, media o baja) pero sí sub clases de las limitaciones particulares y locales.

2.2.3 Sub Clases de CUM

Constituye la tercera categoría de la clasificación CTCUM establecida en función a factores limitantes, riesgos y condiciones especiales que restringen o definen el uso de las tierras. Lo importante en este nivel categórico es puntualizar la deficiencia o condiciones relevantes, como causal de la limitación del uso de las tierras.

En el CTCUM se reconocen 6 tipos de limitaciones fundamentales que caracterizan a las subclases de capacidad: limitaciones por suelo (s), limitaciones por sales (l), limitaciones por topografía-riesgo de erosión (e), limitaciones por drenaje (w), limitaciones por riesgo de inundación (i), limitaciones por clima (c).

En la tabla 3, se describen las características que corresponde a cada una de estas limitaciones y en la tabla 4, se describen las condiciones especiales.

Tabla 3: Descripción de las Limitaciones agrológicas (sub clases agrológicas)

LIMITACIONES	DESCRIPCIÓN DE LIMITACIONES	
Limitaciones por clima (Símbolo “c”)	<p>El factor clima está relacionado con las características particulares de cada zona de vida, tales como la ocurrencia de heladas o bajas temperaturas, sequias prolongadas, deficiencias o excesos de lluvias y fluctuaciones térmicas significativas durante el día. Estas características pueden comprometer seriamente el desarrollo de las especies.</p>	
Limitaciones por suelo (Símbolo “s”)	<p>El factor suelo representa uno de los componentes fundamentales en la clasificación de las tierras por lo cual se debe identificar, describir y clasificar los cuerpos edáficos de acuerdo a sus características. Las limitaciones por este factor están referidas a su caracterización: Profundidad efectiva, textura dominante, presencia de grava o piedras, reacción del suelo (pH), salinidad, las condiciones de fertilidad y de riesgo de erosión. La limitación por suelos está dada por la deficiencia de alguna de las características mencionadas, lo cual incide en distribución, crecimiento y desarrollo de las plantas, y su capacidad productiva.</p>	
Limitaciones	Limitación por sales (Símbolo “l”)	<p>Esta limitante se trata de forma separada a la caracterización del suelo por constituir una característica específica de la naturaleza química, teniendo impacto directo en tierras de la región de la costa, tiene notable importancia en el uso, manejo y conservación de los suelos</p>
	Limitación por topografía – riesgo de erosión (Símbolo “e”)	<p>La topografía y el relieve, el grado o inclinación de la pendiente de la superficie del suelo influye en la distribución de las aguas de escorrentía, y determinan el drenaje externo de los suelos. La forma superficial de la tierra determina la susceptibilidad de los suelos a la erosión.</p>
	Limitación por drenaje (Símbolo “w”)	<p>Esta limitación está relacionada con el exceso de agua en el suelo, regulado por características topográficas, de permeabilidad del suelo, la naturaleza del sustrato y profundidad del nivel freático. Las condiciones de drenaje son de gran importancia porque influyen considerablemente en la fertilidad, y la productividad de los suelos, en el desarrollo de los cultivos y, limita la distribución de especies forestales.</p>
Limitaciones por riesgo de inundación o anegamiento (símbolo “i”)	<p>Relativo a las inundaciones estacionales de la región amazónica y en los valles costeros. Los riesgos por inundación fluvial involucran los aspectos de frecuencia, amplitud del área inundada y duración de la misma, afectando la integridad de los suelos por efecto de la erosión lateral y comprometiendo las opciones de especies a cultivarse.</p>	

Tabla 4: Condiciones especiales

CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN DE CONDICIÓN	
Condiciones Especiales	Uso temporal (símbolo t)	Referida al uso temporal de los pastizales, debido a las limitaciones en su crecimiento y desarrollo por efecto de la escasa humedad presente en el suelo (baja precipitación, alta evapotranspiración)
	Presencia de terraceo-andenería (símbolo a)	Presencia de terraza o andenería, de construcción prehispánica. Se ha encontrado una gran cantidad de terrazas en ambos márgenes de la quebrada Payhua, en desuso y algunas habilitadas, que son utilizadas para actividades agropecuarias. Edificaciones diseñadas para lograr una alta eficiencia del manejo de agua (precipitación, riego, drenaje).
	Riego permanente o suplementario (símbolo r)	Referida a la necesidad de la aplicación de riego para el crecimiento y desarrollo del cultivo, debido a las condiciones climáticas áridas.

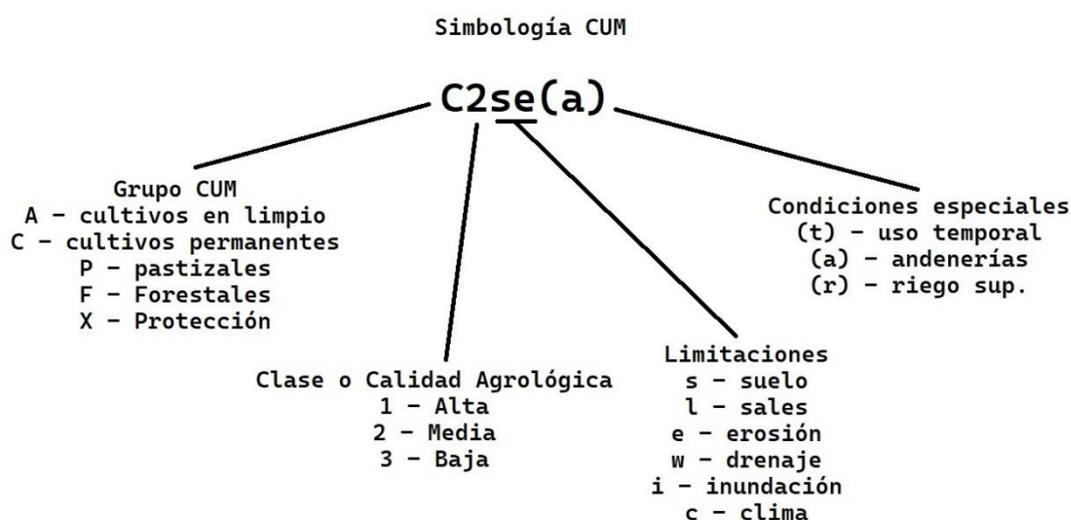


Figura 1: Interpretación de los códigos CUM, utilizados en tablas y mapas

2.3. Gestión Sostenible del Suelo

La Gestión Sostenible del Suelo (GSS) se define según el Principio 3 de la Carta Mundial de los Suelos revisada (FAO,2015) de la siguiente manera: *“La gestión de suelos es sostenible si se mantienen o mejoran los servicios de apoyo, de suministro de regulación y*

culturales que proporcionan los suelos sin afectar significativamente a las funciones del suelo que hacen posibles esos servicios ni a la biodiversidad. Es materia de especial preocupación el equilibrio entre los servicios de apoyo y suministro para la producción vegetal y los servicios reguladores que el suelo proporciona para la calidad y disponibilidad del agua y para la composición de los gases atmosféricos de efecto invernadero.”.

De acuerdo a FAO (2017), las directrices voluntarias para la Gestión Sostenible de los Suelos (GSS) se elaboraron a través de un proceso incluyente en el marco de la Alianza Mundial por el Suelo (AMS). Pretenden ser un documento de referencia al formular recomendaciones en materia de políticas técnicas y generales sobre la Gestión Sostenible de los Suelos (GSS). Otros documentos se elaboran alrededor de estas directrices de forma más específica, como es la Guía de Buenas Prácticas para la Gestión y Uso Sostenible de los Suelos (FAO & MADS, 2018).

Las directrices voluntarias se enmarcan técnicamente dentro de las amenazas potenciales a la gestión sostenible del suelo y éstas recaen principalmente en algunos de las siguientes buenas prácticas de manejo:

- Reducir al mínimo la erosión del suelo
- Incrementar el contenido de materia orgánica del suelo
- Fomentar el equilibrio y los ciclos de los nutrientes del suelo
- Prevenir, reducir al mínimo y mitigar la salinización y la alcalinización
- Prevenir y reducir al mínimo la contaminación del suelo
- Prevenir y reducir al mínimo la acidificación del suelo
- Preservar y mejorar la biodiversidad del suelo
- Reducir al mínimo el sellado del suelo
- Prevenir y reducir al mínimo la compactación del suelo
- Mejorar la gestión del agua del suelo

En una fracción del ámbito de estudio ha podido encontrarse agricultura en andenería, el cual es un sistema ancestral de cultivo en terrazas, que se aplica en laderas con pendientes del 4 al 60 por ciento; se caracteriza por la construcción de plataformas continuas, escalonadas en las laderas de los cerros y superficies inclinadas de las quebradas, logrando

así el aprovechamiento óptimo del agua (Blossiers, J. et al, 2000). Las andenerías encontradas en este ámbito pueden subdividirse entre andenerías en uso y abandonadas las andenerías en uso por lo general se localizan cerca de centros poblados, habiendo sido adaptadas para su uso estacional, el límite de uso está condicionado con el acceso de canales de riego, por encima de estos canales, los andenes de han dejado enmontar. La mayoría de andenes identificados se orientan en dirección al sur.

De acuerdo AGRORURAL (2021), los andenes de la Región Lima se concentran mayormente en las zonas Quechua y Suni, entre los 2300 y los 3500 msnm, con climas relativamente templados. La función principal de los andenes es la disminución de la pendiente de los suelos, mejorando la capacidad de retención de agua de riego y lluvia, favoreciendo el desarrollo de los cultivos. Los andenes permiten aprovechar lo mejor posible el agua de lluvia, y en las zonas elevadas, donde la precipitación es mayor, contribuye a conservar el suelo de erosión aluvial. También se conoce que los andenes con muros de piedra contribuyen a mitigar los daños por heladas, porque el calor almacenado en las piedras durante el día, es liberado en las noches.



Figura 2: Andenerías de la Quebrada Payhua

El C.P. de Allauca, en la margen izquierda de la quebrada, sostenida por la producción de las andenerías en uso a su alrededor; a mayor altitud, alejado del canal de riego, se observan andenerías abandonadas.

Otras experiencias llevadas a cabo en el Perú, sobre aplicación de las directrices de GSS incluyen la experiencia del manejo sostenible de la tierra (MST) - Apurímac) en el área del proyecto minero Las Bambas (2010 – 2015), realizado en la región Apurímac, en doce distritos de las provincias de Cotabambas, Grau y Antabamba, beneficiando a 2500 familias de 23 comunidades. Los principales problemas que el proyecto identificó fueron: el sobrepastoreo: por el reemplazo de los camélidos por caballos en las provincias de Cotabambas y Grau, que ha ocasionado problemas de degradación de la vegetación y erosión de suelos; malas prácticas agrícolas en la conservación del suelo y la pérdida y descuido de tecnologías o conocimientos tradicionales como es el caso de los andenes, tradicionales en la zona; descuido en el uso eficiente de sistemas de riego que agravan el tema de erosión (riego por gravedad), problemas que se han agravado por ser un escenario de alta susceptibilidad ante el cambio climático (PNUD, 2013).

III. DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1. Experiencia Personal en la Determinación de la Capacidad de Uso Mayor de la Quebrada Payhua

La determinación de la Capacidad de Uso mayor de las tierras se fundamenta en la evaluación de distintas variables geográficas, climatológicas, biológicas y de cobertura vegetal; estas variables se interrelacionan en un ámbito de elevado nivel de diversidad como es el caso de la vertiente occidental de la cordillera de los andes, dentro de este complejo, la quebrada Payhua.

La quebrada se encuentra dentro de la zona de transición entre la cordillera andina y el litoral costero presentando una diferencia altitudinal de hasta 5000 msnm, razón por la cual en la quebrada se encuentran distintos pisos altitudinales cada uno de estos con sus particularidades que inciden sobre el suelo y las características para el desarrollo agrológico, pecuario y forestal.

La representación de la geografía y el relieve de la zona se traduce en la información geomorfológica y la distribución por fases de pendiente; con respecto a la información cartográfica, nos remitimos a la clasificación de las tierras de acuerdo a su zona de vida, según Holdridge (Aybar Camacho, et al, 2017); con respecto a la información de la cobertura biológica se remitió a las simulaciones de la cobertura vegetal a través de la elaboración de los índices de vegetación (NDVI). Con base a estos insumos se ha podido clasificar las tierras, de este modo, cada unidad cartográfica determinada en el software SIG (ArcGIS 10.8) cuenta con información relacionada a geoforma, grado de inclinación de la tierra, formación ecológica y grado de desarrollo de vegetación natural. (Proyecto FONDES-SENAMHI).

Los recursos utilizados para la clasificación se obtuvieron durante la experiencia del proyecto FONDES-SENAMHI, mientras que la información de soporte relacionada a los suelos se obtuvo a partir de la lectura de calicatas realizadas a lo largo de la quebrada, de

acuerdo al presupuesto asignado para el muestreo de suelos se determinó el mínimo de calicatas necesarias para cubrir el área de evaluación, en el caso de la quebrada Payhua contamos con un área de 1593.37 ha, se consideró por tanto realizar una evaluación a nivel semidetallado donde la normativa DS 013-2010 (Reglamento del Levantamiento de Suelos) este nivel permite acotar un área correspondiente al 30% del área total, y considerando 2 calicatas cada 100 hectáreas como mínimo; finalmente, se consideró un total de 10 estaciones de muestreo de suelos.

3.1.1 Actividades de la fase de campo.

16 de agosto de 2021. Salida, temprano en la mañana, hacia la ciudad de San Mateo, centro de operaciones para el levantamiento de suelos de la Quebrada Payhua. Coordinaciones iniciales con la Municipalidad de Matucana y autoridades de Defensa Civil. Visita al Centro Poblado de Payhua, reunión con las autoridades locales, el Sr. Rómulo Veliz, presidente de la comunidad, coordinaciones para las labores del día siguiente.

17 de agosto de 2021. Movilización hasta el C.P. de Payhua para iniciar actividades de levantamiento de suelos. Para esta tarea, se contó con el apoyo de tres personas locales dedicadas a la apertura y cierre de la calicata. Se levantó información de tres estaciones 3, 5 y 10, todas ellas localizadas en la parte más alta e inaccesible de la quebrada. Al mismo tiempo, miembros del equipo pudieron coordinar los personales de apoyo para el día siguiente a la otra margen de la quebrada.

18 de agosto de 2021. Movilización hasta el C. P. de Ayauca para iniciar actividades de levantamiento de suelos. En esta ocasión se contó con el apoyo de tres personas locales, incluyendo a Luis Alberto Chilin Torres, presidente de la comunidad de Ayauca. Se procedió al levantamiento de cuatro estaciones localizadas en el ámbito de Ayauca, 4, 6, 7 y 9. Se realizó las coordinaciones para la apertura de las calicatas restantes, tanto con las autoridades de Ayauca como con Defensa Civil.

19 de agosto de 2021. Movilización hacia la zona baja de la quebrada para el levantamiento de suelos. El día previo se coordinó la apertura de las calicatas por lo que se procedió directamente a la lectura de perfiles. Se inició en la ruta hacia C.P. Payhua donde se colectó información de la calicata 8, se procedió posteriormente a la ruta hacia C. P. Ayauca donde

se colectó la información para las estaciones 1 y 2, completando de este modo la inspección de todas las estaciones predeterminadas. Retorno a Lima en horas de la tarde.



Figura 3: Personal de apoyo de la localidad de Payhua en apertura de calicata

Se extrajo un total de 29 muestras de suelo, estas muestras fueron enviadas al Laboratorio de Plantas, Suelos y Fertilizantes de la UNALM donde realizaron la evaluación de caracterización de suelos, una vez obtenidos los resultados de laboratorio se procedió a la determinación de la clasificación taxonómica de cada estación de muestreo.

3.1.2 Actividades para la elaboración del Informe Final.

El proceso de interpretación de los valores encontrados en laboratorio sirvió para identificar las clases de suelos presentes en el ámbito de estudio, de acuerdo al Soil Taxonomy,

En un primer momento se implementó las plantillas de trabajo en el software SIG ArcGIS 10.8 donde se aplicó la función de geoprocusamiento de unión entre el mapa de pendientes extraído del DEM, el mapa geomorfológico y el mapa de zonas de vida, como resultado de

esto se obtuvo un shapefile con distintos polígonos conteniendo los recursos necesarios para una clasificación fisiográfica inicial. Nos remitimos al Reglamento de Levantamiento de Suelos que considera un área mínima de los polígonos representados en el mapa por lo que se procedió a un análisis espacial de todos los polígonos, acoplándolos, definiéndolos y reduciendo su cantidad, estos polígonos se convierten en las unidades cartográficas para nuestro mapa de suelos.

El proceso de distribución de los suelos sobre el terreno consta del cruce de información de las disciplinas insumo, en una primera revisión, se determinan unidades cartográficas dominadas por formas geográficas bien definidas, tales como exposiciones rocosas, acantilados y laderas pronunciadas, cauces de río y pendientes muy pronunciadas, muchas de las tierras identificadas durante este proceso fueron catalogadas dentro de la clase X como tierras de protección. Así mismo, se utilizaron las plantillas cartográficas insumo para delimitar área de los centros poblados, área ocupada por andenería en uso y área de andenería abandonada.

Una vez delimitadas las tierras de protección, a las tierras resultantes se les asignó una clase de suelo en relación a su localización geográfica, geoforma, pendiente y cobertura y que se encuentra sustentada con los resultados de laboratorio, de este modo, tenemos que las tierras de andenería en uso caen mayormente en la clasificación de Typic Haplustepts, y su grupo CUM es A3s(a)-C2s(a), tierras con potencial para cultivos permanentes asociados con estacionales. Del mismo modo se procedió con cada unidad cartográfica generada, realizando una evaluación asistida por cada caso presentado.

Tabla 5: Suelos identificados en la quebrada Payhua, de acuerdo a la clasificación USDA (Soil Taxonomy 2014)

Suelo	Soil Taxonomy	Fisiografía y pendiente	Textura	Características principales del perfil	Drenaje	Erosión	Fertilidad	Vegetación
Trashuallanca	Lithic Haplustepts (calicata 1, 4)	Laderas de Montaña alta, pendiente 36-43%. Material Coluvial, residual y transportado	Franco limoso, franco arcilloso	Reacción fuertemente acida a moderadamente alcalina (pH 5.58-7.98); materia orgánica bajo (0.07-1.43%); modificadores texturales: piedras, bloques 15-60%	Algo rápido	Ligera	Baja	Vegetación de pastizal, matorral arbustivo
Chacchuma	Typic Durustepts (calicata 3)	Ladera, pendiente 12%. Material Coluvial y residual	Franco limoso	Reacción ligeramente alcalina (pH 7.41-7.5); materia orgánica bajo a alto (1.3-4.2%); modificadores texturales: piedras 20-40%	Bueno	Muy ligera	Alta	Matorral arbustivo y arbóreo.
Payhua	Typic Haplustepts (calicata 6, 7, 9)	Terraza en ladera de montaña alta, pendiente 4-29%. Residual, coluvial, transportado	Franco limoso	Reacción ligeramente acida a ligeramente alcalina (pH 6.19-7.97); materia orgánica bajo a medio (0.39-2.93%); modificadores texturales: gravillas, piedras 10-30%	Bueno	Ligera a muy ligera	Baja	Gramíneas, arbustivas, cactáceas
Matorral Lítico	Lithic Ustorthents (calicata 2)	Terrazas antropicas, pendiente 16%. Material Coluvial y transportado	Franco limoso	Reacción ligera a moderadamente alcalina (pH 7.78-8.02); materia orgánica bajo a medio (0.78-3.19%); modificadores texturales: piedras, rocas, bloques 20-80%	Moderado	Ligera	Baja	Plantas voluntarias endémicas
Ocshapampa	Udic Ustorthents (calicata 5)	Ladera de montaña alta, pendiente 38%. Material Coluvial y residual	Arenoso	Reacción neutra a ligeramente alcalina (pH 6.72-7.78); materia orgánica bajo (0.13-0.39%); modificadores texturales: piedras, bloques 15-60%	Algo rápido	Ligera	Baja	Matorral arbustivo y cactáceas. Árboles de eucalipto.
Pacarán	Lithic Calciustepts (calicata 8)	Ladera de montaña alta, pendiente 28%. Residual	Franco limoso	Reacción ligera a moderadamente alcalina (pH 7.78-8.14); materia orgánica bajo a medio (0.13-2.47%); modificadores texturales: gravas, gravillas, piedras, 20-60%	Moderado	Ligera	Baja	Matorral arbustivo espinoso
Patipunco	Anthroptic Ustorthents (calicata 10)	Ladera de montaña alta, pendiente 24%. Material Residual y transportado	Franco limoso	Reacción neutra a moderadamente alcalina (pH 7.2-7.9); materia orgánica alto (0.07-1.43%); modificadores texturales: gravas, rocas, bloques 20-50%	Algo rápido	Muy ligera	Alta	Potrero, matorral de arbustivas y cactáceas

Finalmente, se obtiene un mapa en formato digital (shapefile) con una distribución de las unidades de suelos y su correspondiente Capacidad de Uso Mayor el cual se fundamenta y se encuentra directamente ligado con las disciplinas recurso y con potencial de utilizarse para complementar otros estudios donde se requiera el aporte de los suelos, utilizable en plataformas SIGH como ArcGIS o QGIS.

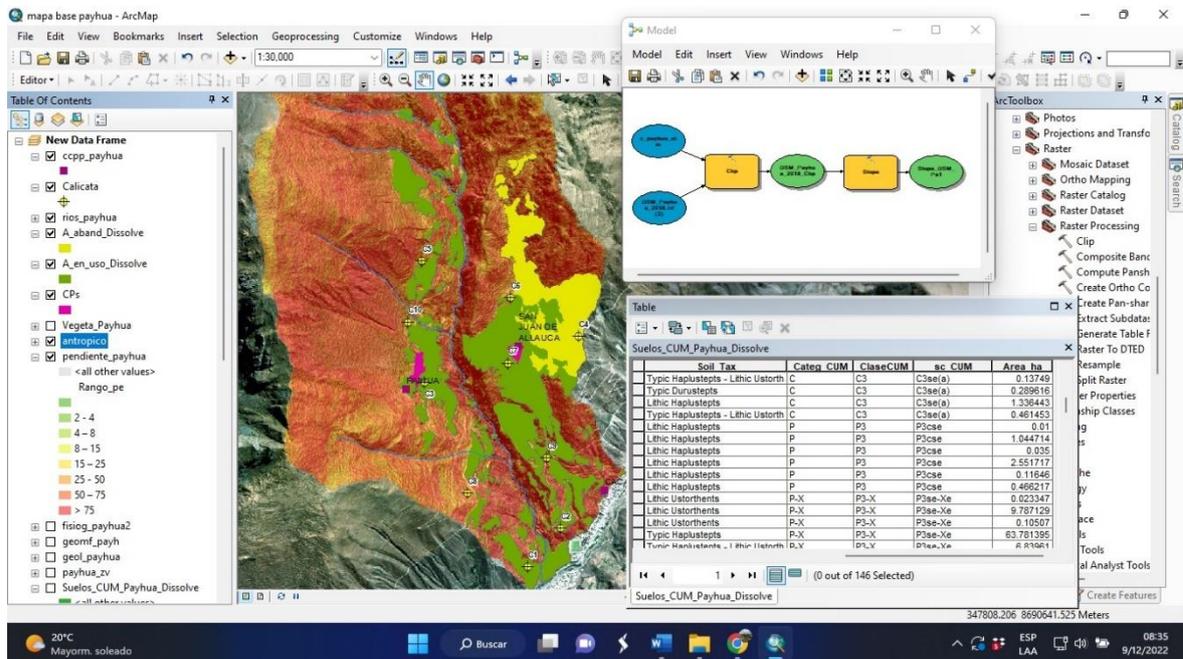


Figura 4: Desarrollo del mapa de Suelos y CUM desde unidades cartográficas

3.1.3 Vista general del ámbito a partir de la experiencia del muestreo de campo

La quebrada Payhúa presenta suelos distribuidos sobre pendientes pronunciadas y empinadas, las tierras del cauce de la quebrada son de difícil acceso, la cobertura vegetal es mayormente de tipo arbustivo (matorral), y de cactáceas; en las partes altas la presencia de pastos naturales, mientras que la parte baja de la quebrada hay tierras cultivables, rodeadas de árboles. En las laderas de la quebrada existen andenes (terrazas con muro de piedra – pircas) en diferentes estados de conservación y uso. Tanto en el C.P. de Payhúa como de Ayauca se han podido rehabilitar una cierta cantidad de andenes en los cuales actualmente se está cultivando principalmente alfalfa y la implementación de espacios para potreros de animales. El clima de esta zona es típico de sierra, con lluvias en verano de noviembre a marzo (450 a 600 mm), en la época que no llueve (mayo – octubre) solo algunas tierras son cultivadas con riego complementario gracias al acceso al agua a través de su sistema de canales, que obtienen de la parte alta y el uso de riego por aspersión.

El material originario del suelo es residual con aportes coluviales, la pendiente más común es empinada y el relieve es accidentado, presentan pedregosidad en superficie, la erosión tiende a ser ligera a severa.

El perfil de los suelos de Payhua presenta horizontes A y B desarrollados, presentando ordenes de suelo de tipo entisols e inceptisols, la granulometría es media con presencia de arenas y arcillas en las capas más profundas. La pedregosidad interna es alta, con perfiles profundos, y buena penetración de raíces.

Asignándose finalmente a cada una de estas unidades una subclase correspondiente a su aptitud o su capacidad de Uso mayor de las tierras.

Con respecto a los andenes encontrados en la quebrada Payhua están mayormente distribuidos entre los 3000 y 4000 msnm, en pendientes de 25-50% o más empinadas y en la zona de vida de bosque seco con precipitaciones de 200 a 400 mm (AGRORURAL, 2021). Las herramientas de Gestión Sostenible del Suelo se remiten principalmente a las Directrices presentadas por FAO (2017), por lo que fue importante la realización de talleres de manejos sostenible con los pobladores locales. La mayoría de los participantes tenía ya un conocimiento en práctica para el manejo de sus parcelas asignadas, lo más resaltante de sus prácticas es la rotación y descanso de las parcelas, su uso como potreros y la siembra de abonos verdes.

3.2. Determinación de la clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor en la Quebrada Payhua

3.2.1 Descripción del área de estudio.

La quebrada Payhua se localiza en el distrito de Matucana, provincia de Huarochirí, Lima, parte media de la cuenca del río Rímac. El acceso a la quebrada es desde el C. P. de Matucana, localizada a la altura del Km 74 de la carretera central, con coordenadas referenciales (UTM WGS84) de 349846E, 8690850N. Hay dos vías de acceso a las márgenes de la quebrada, una ruta larga de subida hacia C.P. Payhua y un acceso frente a Matucana hacia el C. P. de San José de Allauca. La quebrada ocupa un área total de 1593.37 hectáreas.

3.2.2 Condiciones ecológicas y climáticas del área de estudio.

El área de estudio la quebrada Payhua, corresponde a la cuenca de la quebrada, que se encuentra naturalmente delimitada por las cimas de montaña que colindan con otras quebradas en el ramificado paisaje montañoso típico de la cordillera occidental y con marcadas diferencias altitudinales que explican la variedad en climas, zonas de vida y capacidades agroecológicas de los suelos.

La altitud de la quebrada Payhua, en su formación ecológica de estepa, se encuentra entre los 2200 y 3100 msnm; entre las cotas 3100 y 3800 msnm, en la formación ecológica de bosque seco, se registran un promedio de 500 mm precipitación anual; en el siguiente sector más elevado, comprendido entre los 3800 y 4800 msnm, correspondiente a formación ecológica tundra y páramo, la lluvia se hace más intensa, registrándose un promedio de 850 mm, distribuidos estacionalmente entre los meses de diciembre a abril.

Con respecto a la temperatura, en el sector altitudinal comprendido entre los 2200 y 3100 msnm, se cuenta con registros históricos que estiman una temperatura promedio de 14°C. En el sector intermedio superior, situado entre los 3100 y 3800 msnm de altura donde se localiza el C.P. de Payhua, la temperatura promedio anual es de 10°C, pudiendo bajar a valores de congelamiento en las cotas más elevadas. A altitudes superiores a 3800 msnm se cuenta con data de apoyo de estaciones privadas que arrojan un promedio anual que varía de 5°C a 7°C, llegando al punto de congelación a mayor altitud.

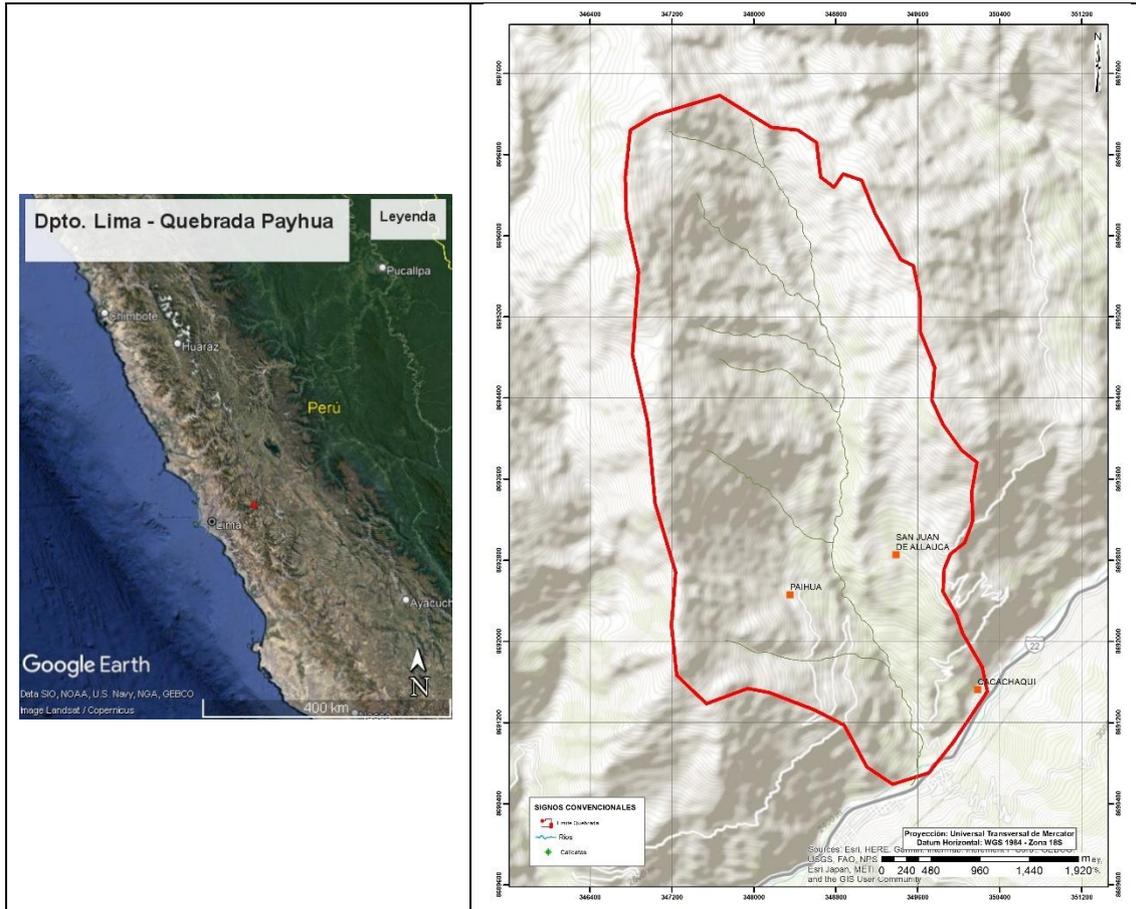


Figura 5: Ubicación Departamental y Vectorial de quebrada Payhua. Valle río Rímac, Lima

3.2.3 Metodología empleada en la determinación de la Capacidad de Uso Mayor en la Quebrada de Payhua

La clasificación de tierras por su capacidad de uso de Uso Mayor, se realiza por la combinación de diferentes factores, existen factores relacionados al suelo, relieve y condiciones climáticas. Esta información se entrelaza con apoyo de software de Sistema de Información Geográfico (SIG), que arroja como resultado, unidades cartográficas enlazadas a una tabla de atributos que contienen, de forma ordenada, la información proveniente de cada disciplina evaluada. Este proceso se muestra en la figura 6.

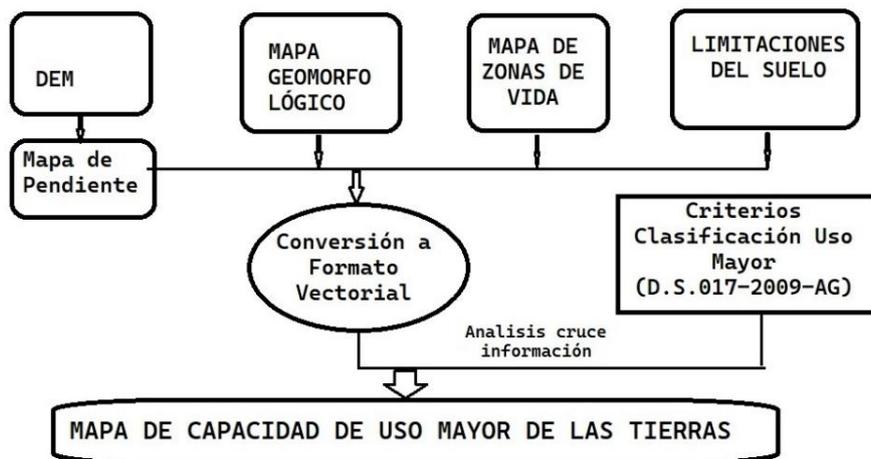


Figura 6: Metodología de Obtención del Mapa de Capacidad de Uso Mayor utilizando SIG

La metodología se basa en la unión de los distintos recursos y disciplinas que cumplen con aportar información para respaldar y justificar el mapa de Clasificación de Tierras de acuerdo a su Capacidad De Uso Mayor. utilizando el mapa geomorfológico, el mapa de zonas de vida y el mapa de pendientes obtenido a partir del Modelo de Elevación Digital (DEM) (Figura 3). La data cartográfica es enriquecida con información del levantamiento de suelos. El procedimiento es realizado con apoyo de (SIG) ArcGIS 10.8; y se obtiene como resultado distintas unidades cartográficas en formato vectorial (shapefile) con data extraída de los recursos; estos datos son filtrados de acuerdo a las clasificaciones y limitaciones de la normativa peruana vigente (D.S. 017-2009-AG). El resultado final de este análisis es el Mapa de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor.

La información de topografía y relieve se encuentra en la data geomorfológica, que aporta conocimiento sobre los potenciales procesos de una documentación del paisaje, que considera la pendiente, el relieve, la cobertura, la forma del terreno, esta información está representada en la evaluación geomorfológica realizada durante el proyecto.

Las condiciones climáticas de las quebradas están representadas por la determinación de la zona de vida, donde se establece los diferentes limites naturales de tipos de vegetación dominante de acuerdo a su altitud, latitud y clima. (Silpa & Nowshaja, 2015).

El suelo se evalúa por medio de la apertura y lectura de calicatas, se extrajeron muestras de cada horizonte de los perfiles de suelo y enviadas a laboratorio para análisis de caracterización, obteniendo así, data que sustente la calidad agrológica natural de los suelos; los parámetros analizados fueron pH, % MOS, nutrientes (NPK), capacidad de intercambio catiónico (CIC); clase textural y profundidad del suelo.

a) Recursos y disciplinas que aportan a la determinación de la capacidad de uso mayor de la quebrada payhua

Modelo de Elevación Digital (Digital Elevation Model – DEM).

El DEM es una representación cuantitativa, en formato ráster, del terreno y es un instrumento importante para las ciencias de la Tierra y aplicaciones hidrológicas. El DEM se genera usando fotogrametría, interferometría, mediciones en campo con láser y otras técnicas. Algunos DEM tales como ASTER o SRTM están disponibles gratuitamente como productos de fuente abierta. Los DEM contienen errores intrínsecos debido a la tecnología de adquisición de la data primaria, y a la metodología de procesamiento de información relacionada con la cobertura del terreno.

Los (DEM) son utilizados en el modelamiento del flujo de agua, el cual es canalizado por formas de tierra a más altitud que el nivel del agua, esto ayuda a predecir los flujos de agua sobre el paisaje y potenciales áreas de inundación. Los DEM se utilizan, además, en la generación de la pendiente del terreno, una información muy útil en la predicción de deslizamientos o la toma de decisiones del uso de la tierra; la pendiente es una variable limitante en la determinación de subclases de CUM.

Pendiente, gradiente de pendiente o nivel de inclinación del terreno.

La gradiente de pendiente es la inclinación de la superficie de la tierra con respecto al plano horizontal. Se expresa en grados o en porcentaje de inclinación. Directamente relacionado a la energía cinética, poder erosivo y capacidad de carga de sedimentos de agua de escorrentía. Muchas prácticas de gestión sostenible de suelos, tales como la edificación de terrazas, son diseñadas para reducir la gradiente de pendiente para incrementar la infiltración y minimizar la erosión del suelo.

Las gradientes de pendiente consideradas en el presente estudio se muestran a continuación:

Tabla 6: Gradientes de pendientes en porcentaje (%) encontrados en la quebrada de Payhua

Pendiente Laderas Cortas (mayores a 50 m) encontrados (%)				
Terreno	Fase	Gradientes de pendientes en %	Área (ha)	%
Plano	A	0 – 2	0.37	0.02%
Casi a nivel	B	2 – 4	1.22	0.08%
Ligeramente inclinado	C	4 – 8	4.91	0.31%
Moderadamente inclinado	D	8 – 15	19.14	1.20%
Empinado	E	15 – 25	61.49	3.86%
Moderadamente empinado	F	25 – 50	404.21	25.37%
Muy empinado	G	50 – 75	592.70	37.20%
Extremadamente empinado	H	> 75	509.32	31.97%
TOTAL			1593.36	100%

La fase de pendiente predominante en la quebrada Payhua es el muy empinado (G) representando el 37.20 por ciento del área de estudio (593 ha), seguido por el extremadamente empinado (H) con 31.97 por ciento (509 ha), y por el moderadamente empinado (F) con 25.37 por ciento (404 ha). Esto indica que la mayor superficie se encuentra en pendientes por encima de 25 por ciento, excluyendo así el potencial de uso para los grupos CUM más exigentes.

Geomorfología

La quebrada Payhua, se encuentra en la cuenca del río Rímac, en Matucana, ubicada en el altiplano y flanco occidental andino, de la costa central peruana; es una de las numerosas quebradas que nacen en la divisoria continental y que forman grandes canales de desagüe, diseñando el patrón ramificado de drenaje de cuenca, como resultado de procesos y agentes geomorfológicos que han actuado en combinación con los movimientos de formación de la cordillera.

La quebrada presenta un perfil típico de valle en V, ancho y abierto en la parte alta, y encañonado en la parte baja de laderas empinadas y abruptas, en evolución, en proceso de

encañonamiento y erosión regresiva. (INGEMMET, 1995). Los fenómenos de geodinámica externa como deslizamientos, derrumbes, erosión en cárcavas, huaycos, recurrentes actúan como agentes modeladores naturales del terreno.

En esta quebrada ocurren procesos de remoción en masa (huaycos, deslizamientos, desprendimiento de rocas) activados por eventos hidrometeorológicos, ocasionando daños en diferentes partes de la quebrada, la cual transporta materiales que se depositan en el lecho del río Rímac, ocasionando daños en infraestructura vial (la carretera central), en viviendas (Matucana), motivo por el cual se considera de alto riesgo a desastres.

La clasificación geomorfológica se basa en la Aproximación a la Clasificación Fisiográfica del Terreno expuesta por H. Villota (1997). De este modo, la quebrada Payhua cuenta con una clasificación del siguiente tipo:

Geoestructura:	Cordillera de los Andes
Provincia Fisiográfica:	Cordillera Occidental de los Andes Centrales
Unidad Climática:	Estepa, Bosque, Páramo
Gran Paisaje:	Montaña Estructural Volcánico fluvioerosional
Paisaje:	Quebrada fluvio-erosional
SubPaisaje:	Abanico, Terraza, Ladera, Cima, etc.

El subpaisaje es la última categoría del sistema de clasificación y corresponde a una división de los paisajes fisiográficos, realizada con propósitos prácticos relacionados a la gestión del suelo. Se encuentra directamente relacionado con la forma del terreno (landform). La categoría Elemento de Paisaje, utilizada anteriormente, se ha fusionado en el término sub paisaje y para mayor detalle se considera la aplicación del concepto de fases (Villota, 1997). Las unidades de subpaisaje, dada su descripción se asocia directamente con grupos y clases de CUM (ver tabla 7).

Tabla 7: Geomorfología – Unidades de subpaisaje y su relación con CUM de la quebrada Payhua

Sub Paisaje	Descripción Elemento Paisaje	Relación grupo CUM
Abanico aluvial	Material detrítico depositado en forma de abanico, por una corriente acuosa, al cambio de pendiente de un torrente, o cercano a su nivel de base. Sinónimo: cono aluvial.	A, C, X
Plano de terraza	Superficie más o menos llana, con pocos accidentes, cercana a la horizontal, producto de la sedimentación de los materiales de origen aluvial.	A, C
Talud de terraza	Superficie inclinada del terreno que se extiende desde la base a la superficie llana de una terraza aluvial.	X
Terraza agradacional	Una superficie más o menos plana, horizontal o levemente inclinada, generalmente limitada por dos declives pronunciados. La agradación es un proceso geológico, mediante el cual se realiza la acumulación de sedimentos en las zonas de depresión. Mediante el proceso de agradación las superficies deprimidas tienden a rellenarse.	P X
Laderas	Terrenos inclinados de una cadena montañosa, o para las pendientes de cualquier tipo de elevación de terreno.	P, X
Barranco	Desnivel pronunciado del terreno, y de fuerte pendiente, producidos por los desplazamientos de la corteza terrestre (fallas) o por erosión.	Xe
Cima	La parte más elevada de un cerro, pico, montaña, etc. Incluye la divisoria de aguas de la microcuenca lateral y superior	Xs
Glacis coluvial	Taludes de poco declive y los materiales depositados en estos taludes. Depósitos no consolidados sobre peniplanicies.	A, C, P
Lecho de río	Es el canal excavado por las aguas y los materiales transportados, durante todo su desarrollo y evolución, dejando marcado la forma de las vertientes, del perfil transversal y en general de todas las formas del paisaje fluvial.	A, Xwi
Terraza coluvio-aluvial	Superficie más o menos plana, horizontal o levemente inclinada, originada por procesos de derrumbe y acumulación de material y transporte por agua.	A, C, X
Cárcavas	Término usado para describir el trabajo realizado por los agentes erosivos sobre un determinado paisaje, presentándose como un cambio abrupto.	Xei
Escarpe menor	Fuerte desnivel en los terrenos que delimita a dos superficies más o menos planas.	Xs
Terraza erosional	La terraza corresponde a una superficie erosional, excavada bien sea sobre depósitos aluviales o bien sobre el sustrato rocoso. En el primer caso se denomina terraza aluvial (erosional) y en la segunda terraza rocosa.	A, C, P

Zonas de Vida

El sistema de Zonas de Vida de Holdridge, postulado en 1967, es estrictamente ecológico y de alcance mundial, su clasificación se distingue porque define en forma cuantitativa la relación que existe entre los factores principales del clima y la vegetación. La biotemperatura, la precipitación y la humedad ambiental, considerados factores climáticos fundamentales.

El modelo de determinación de zonas de vida de Holdridge (ZVH) es una clasificación climática que se basa en el supuesto de que la vegetación natural de un área puede ser determinada objetivamente por el clima local (Aybar Camacho, et al, 2017).

De acuerdo al Reglamento CUM, las zonas de vida encontradas en la quebrada Payhua corresponden a las zonas de vida de estepa, estepa espinosa, bosque húmedo, páramo y tundra. La importancia de la determinación de la zona de vida radica en que indica la clave de diferenciación de grupos de CUM.

Tabla 8: Formaciones ecológicas de la quebrada Payhua – Matucana

Formación Ecológica	Símbolo	Altitud (m.s.n.m.)	Temperatura Promedio Anual °C	Precipitación Promedio Anual (mm.)	Área	Claves Grupo CUM
Estepa espinosa – Montano Tropical	Bajo ee-MBT	1500 – 2200	15 – 17°C	400 – 500	173.8	Clave 4
Estepa – Montano Tropical	e-MT	2200 – 2500	14 – 16°C	500 – 700	340.63	Clave 5
Bosque Húmedo – Montano Tropical	bh-MT	2500 – 3800	6 – 14°C	600 – 1000	598.43	Clave 10
Páramo húmedo Subalpino Tropical	muy – pmh-SaT	3,800-4,800	5 – 7°C	700 – 1200	450.05	Clave 6
Tundra pluvial – Alpino Tropical	tp-AT	Superior a 4,800	1 – 4°C	1200	31.65	Clave 7

Resultados de la evaluación de suelos.

El suelo es un cuerpo natural, compuesto de sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases, que ocurren sobre la superficie terrestre, ocupa un espacio y se caracteriza por tener horizontes o capas distinguibles del material inicial, como resultado de adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia, y poseen la habilidad de sostener vida vegetal en un ambiente natural (Soil Survey Staff, 2018). El suelo se evalúa a través del levantamiento de suelos.

El levantamiento de suelos tiene como objetivo identificar y caracterizar los diferentes tipos de suelos, de un área determinada, a fin de establecer su caracterización y uso. Es una investigación que se apoya en la información de campo y de otras disciplinas científicas como geología, geomorfología, ecología y climatología; el resultado del levantamiento es un mapa en el que se muestra la distribución espacial de los diferentes suelos del área que se evalúa, acompañado por un reporte o memoria descriptiva donde se clasifica e interpreta los perfiles de suelos identificados.

Las características edáficas son utilizadas para determinar los grupos y clases de CUM y las limitaciones de los suelos para su potencial de uso. La evaluación de suelos se llevó a cabo entre el 16 y 19 de agosto.

De acuerdo al D.S. N°013-2010-AG, Reglamento para la ejecución de levantamiento de suelos, el presente documento se desarrolla bajo las especificaciones del nivel semidetallado o de tercer orden, destinado para el planeamiento del uso y manejo de pastos, bosques y áreas recreacionales, así como para el planeamiento comunal, evaluación del impacto ambiental semidetallados, mesozonificación ecológica económica y usos extensivos similares. Contempla el uso de área muestra de un mínimo del 30 por ciento de la superficie total evaluada y la intensidad de muestreo es de al menos dos (02) calicatas por cada 100 hectáreas. Las muestras de suelos se remiten para análisis de caracterización, mencionando el método utilizado para las determinaciones realizadas.

Tabla 9: Número de calicatas realizadas en el estudio de suelos de quebrada Payhúa

QUEBRADA	AREA TOTAL (ha)	Área Muestra (30%)	Nº de calicatas mínimo (2 cal por 100 ha)	Calicatas realizadas en la fase de campo
Payhúa	1593	478	9	10

Fuente: FONDES-SENAMHI, 2021.

Tabla 10: Ubicación de las calicatas realizadas en la quebrada Payhúa

Calicata	Quebrada	Coords UTM-wgs84	Altitud (msnm)
C-01	PAYHUA	E 349475 N 8690815	3035
C-02	PAYHUA	E 349775 N 8691173	3035
C-03	PAYHUA	E 348537 N 8692503	3084
C-04	PAYHUA	E 349912 N 8692981	3213
C-05	PAYHUA	E 348502 N 8693650	3100
C-06	PAYHUA	E 349278 N 8693334	3217
C-07	PAYHUA	E 349492 N 8692728	3214
C-08	PAYHUA	E 348922 N 8691497	3035
C-09	PAYHUA	E 349613 N 8691826	2730
C-10	PAYHUA	E 348369 N 8693082	3035

Fuente: FONDES-SENAMHI, 2021

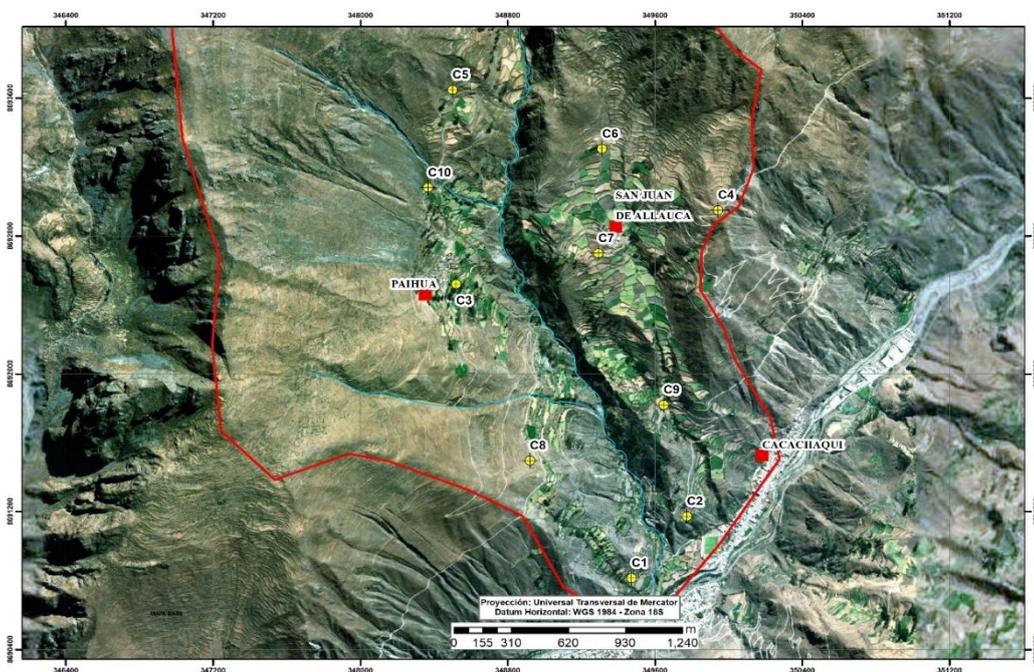


Figura 7: Mapa de ubicación de las calicatas en la quebrada Payhúa-Matucana

Los suelos son evaluados por medio de la interpretación de los resultados de campo, en el presente estudio, se llevaron a cabo la lectura de 10 calicatas, los resultados de las muestras de superficie de las mismas pueden apreciarse en la tabla 11.

Tabla 11: Caracterización fisicoquímica de los suelos de la quebrada Payhua

Calicata	pH	M.O.	P	K	Clase Textural	CIC	Fertilidad Natural	Profundidad efectiva	Erosión
Calicata 1	7.86 (ligeramente alcalino)	1.04 (bajo)	5.1 (bajo)	127 (medio)	Franco arcillo arenoso	17.9 2	baja	100 cm	muy ligera
Calicata 2	7.86 (ligeramente alcalino)	3.19 (medio)	6.3 (bajo)	532 (alto)	Franco arenoso	17.2 8	baja	100 cm	ligera
Calicata 3	7.45 (ligeramente alcalino)	4.23 (alto)	21.9 (alto)	332 (alto)	Franco	22.0 8	alta	70 cm	muy ligera
Calicata 4	5.58 (fuertemente ácido)	1.43 (bajo)	15.4 (alto)	63 (bajo)	Franco arenoso	10.5 5	baja	70 cm	ligera
Calicata 5	6.72 (neutro)	0.39 (bajo)	9.4 (medio)	557 (alto)	Franco arenoso	13.7 6	baja	80 cm	moderada
Calicata 6	6.19 (ligeramente ácido)	1.43 (bajo)	11.4 (medio)	472 (alto)	Franco arcillo arenoso	19.1 6	baja	100 cm	muy ligera
Calicata 7	7.9 (moderadamente alcalino)	1.95 (bajo)	12.8 (medio)	1323 (alto)	Franco arcillo arenoso	16.3 2	baja	100 cm	muy ligera
Calicata 8	7.78 (ligeramente alcalino)	2.47 (medio)	3.8 (bajo)	153 (medio)	Franco arcillo arenoso	19.5 2	baja	100 cm	ligera
Calicata 9	7.74 (ligeramente alcalino)	2.93 (medio)	9.9 (medio)	565 (alto)	Franco arcillo arenoso	18.2 4	media	100 cm	ligera
Calicata 10	7.2 (neutro)	22.51 (alto)	565.6 (alto)	1608 (alto)	Franco arenoso	20.8	alta	50 cm	muy ligera

Discusión de los resultados de la caracterización de suelos.

Los suelos encontrados en la quebrada Payhua presentan una reacción del suelo mayormente neutra o ligeramente alcalino, son moderadamente profundos, la materia orgánica del suelo (MOS) se encuentra en niveles medios.

Cabe resaltar que las calicatas 3, 7 y 10 en la localidad de Allauca, pertenecen a tierras de andenería habilitada, y en producción, las calicatas 3 y 10 presentan la calificación más alta en fertilidad, siendo que ambas están localizadas en tierras de andenería habilitada, la 3 en un terreno de barbecho de cultivo, y la 10 en potrero dejado en descanso. Mientras que la 7, con un bajo contenido de MOS, puede solucionar la deficiencia con un programa de aporte continuo.

La profundidad efectiva del suelo encuentra valores en el rango de 50 a más de 100 cm, en general son moderadamente profundos, con variaciones relacionadas a la pendiente del terreno, exposiciones rocosas y tierras de humedales. Las clases texturales más representativas son moderadamente gruesa y media, y en ocasiones franco arcillosa a mayor profundidad.

Presenta una erosión muy ligera o ligera, principalmente debido a que las laderas empinadas de los cerros están cubiertas de frondosa vegetación, salvo algunas zonas donde se nota el efecto del sobrepastoreo; en las zonas de terrazas en desuso y en las tierras de terrazas habilitadas, los suelos se encuentran protegidos del agua de escorrentía y el viento ya que mantienen cultivo en superficie, seguido de periodos de descanso.

3.3 Resultados de la determinación de la Capacidad de Uso Mayor y descripción de los grupos, clases y sub clases identificadas en la quebrada de Payhua.

- **Tablas de resultados de la clasificación de suelos de acuerdo a su capacidad de uso mayor de las tierras.**

En base a la metodología propuesta, haciendo uso de la herramienta SIG, los resultados de las disciplinas recurso y los criterios considerados en la normativa vigente, se han obtenido las siguientes unidades de capacidad de uso mayor de las tierras en la quebrada Payhua.

Tabla 12: Capacidad de Uso Mayor de las tierras de la quebrada Payhua

Categoría	SUB	Descripción	Área (ha)	%
GRUPO	CLASE			
CUM	CUM			
A	A2si	Tierras aptas para cultivo en limpio de calidad agrológica media, con limitaciones por suelo y riesgo de inundación	0.45	0.03%
	C2si	Tierras aptas para cultivo permanente de calidad agrológica media, con limitaciones por suelo y riesgo de inundación	2.60	0.16%
C	C3se(a)	Tierras aptas para cultivo permanente de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y erosión y presencia de terrazas y andenerías	10.19	0.64%
Sub total C			12.79	0.80%
	P2cse	Tierras aptas para pastos de calidad agrológica media, con limitaciones por clima, suelo y erosión	4.22	0.27%
P	P3se(a)	Tierras aptas para pastos de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y erosión y presencia de terrazas y andenerías	40.97	2.57%
Sub total P			45.19	2.84%
	X	Tierras de protección	3.87	0.24%
	Xcei	Tierras de protección con limitaciones por clima, erosión y riesgo de inundación	42.11	2.64%
	Xcs	Tierras de protección con limitaciones por clima y suelo	165.28	10.37%
	Xcse	Tierras de protección con limitaciones por clima, suelo y erosión	285.33	17.91%
X	Xe	Tierras de protección con limitaciones por erosión	647.62	40.64%
	Xe(a)	Tierras de protección con limitaciones por erosión y presencia de terrazas y andenerías	101.15	6.35%
	Xei	Tierras de protección con limitaciones por erosión y riesgo de inundación	103.71	6.51%
	Xs	Tierras de protección con limitaciones por suelo	80.95	5.08%
Sub total X			1430.02	89.74%
A-C	A3s(a)- C2s(a)	Tierras aptas para cultivo en limpio de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y presencia de terrazas y andenerías; asociadas a tierras aptas para cultivos permanentes de calidad agrológica media, con limitaciones por suelo y presencia de terrazas y andenerías	23.20	1.46%
P-F	P3se(a)- F3e(a)	Tierras aptas para pastos de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y erosión y presencia de terrazas y andenerías; asociadas a tierras de aptitud forestal de calidad agrológica baja, con limitaciones por erosión y presencia de terrazas y andenerías	68.57	4.30%
F-X	F3se-Xe	Tierras de aptitud forestal de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y erosión; asociadas a tierras de protección con limitaciones por erosión	13.15	0.83%
Área Total			1593.37	100.00%

Fuente FONDES-SENAMHI, 2021.

Distribución espacial de Grupos de Capacidad de Uso Mayor (CUM) identificados en la quebrada Payhua

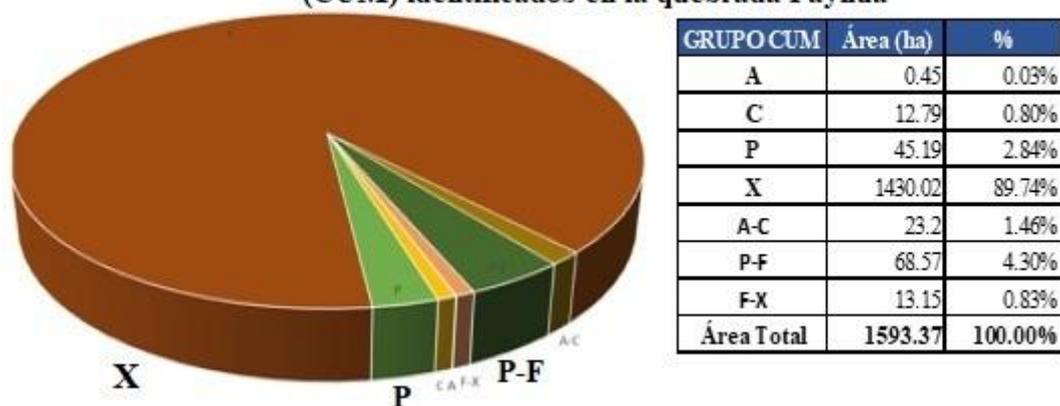


Figura 8: Distribución de los Grupos CUM encontradas en la quebrada Payhua

El mapa de Clasificación de Tierras de acuerdo a su aptitud de Uso Mayor de la quebrada de Payhua se muestra en el Anexo 3.

a) Tierras aptas para Cultivo en Limpio (A)

En este grupo, se ha identificado la clase de tierras aptas para cultivo en limpio de calidad agrologica media, con limitaciones por suelo y riesgo de inundación (Símbolo A2si).

Subclase A2si

Clase de tierras aptas para cultivo en limpio de calidad agrologica media, con limitaciones por suelo y riesgo de inundación. Se encuentran distribuidas en formas de tierra de abanico y depósito aluvial, en zona de vida de estepa espinosa, la fertilidad natural es buena y ocupan pendientes menores a 8 por ciento. En esta clase se incluyen tierras de andenería en uso.

Son tierras de terrazas fluviales de la cuenca del río Rímac, de relieve plano, y cierto potencial de inundación ante las crecidas extraordinarias del río, actualmente utilizadas para cultivos en limpio, en terrazas y cultivos permanentes (alfalfa y frutales). Ocupa un área de 0.45 ha, lo que representa el 0.03 por ciento del área de estudio de la quebrada Payhua.

b) Tierras aptas para Cultivo Permanente (C).

Ocupan 12.79 ha que representan el 0.80 por ciento del área de estudio de la quebrada Payhua. En este grupo se ha identificado dos clases:

c) Tierras aptas para Cultivo Permanente de calidad agrológica media - Clase C2.

Subclase C2si

Clase de Tierras aptas para cultivo permanente de calidad agrológica media, con limitaciones por suelo y riesgo de inundación. Se encuentran distribuidas en forma de tierra de abanico y depósito aluvial, en zona de vida de estepa espinosa, la fertilidad natural es buena y ocupan pendientes planas e inclinadas de hasta 25 por ciento. Incluye tierras de andenería en uso.

Son tierras localizadas en la terraza aluvial del cauce del río Rímac, en confluencia con la quebrada, de modo similar a las tierras identificadas como A2si, mantienen el potencial de sufrir inundación ante un inusual incremento de la precipitación. Ocupa un área de 2.60 ha, lo que representa el 0.16 por ciento del área de estudio de la quebrada Payhua.

d) Tierras aptas para Cultivo Permanente de calidad agrológica baja Clase C3.

Subclase C3se(a)

Clase de Tierras aptas para cultivo permanente de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y erosión y presencia de terrazas y andenerías. Se encuentran distribuidas en forma de tierra de terrazas coluvio-aluvial y laderas, en zona de vida de estepa espinosa, estepa y bosque húmedo, la fertilidad natural es media y se encuentran en pendientes planas e inclinadas inferiores a 25 por ciento. Agrupa tierras localizadas en áreas dedicadas al crecimiento de especies arbóreas, en un proceso de reforestación en zona urbana y en linderos de andenerías en uso o habilitadas, la actividad humana actual, al proteger las antiguas andenerías, ha conseguido mejorar las condiciones de estos suelos y su potencial agropecuario. Se incluye además tierras con terrazas en abandono, que presentan condiciones para su habilitación y producción. Ocupa un área de 10.19 ha, lo que representa el 0.64 por ciento del área de estudio de la quebrada Payhua.



Figura 9: Tierras de Cultivo en limpio en la zona de cauce fluvial de Río Rímac



Figura 10: Cultivos permanentes (alfalfa) en andenería en Uso. Payhua

e) Tierras aptas para Pastos (P).

Ocupan 45.19 ha que representan el 2.84 por ciento del área de estudio de la quebrada Payhua. En este grupo se han identificado dos clases:

e.1) Tierras aptas para Pastos de calidad agrológica media - Clase P2.

Subclase P2cse

Tierras aptas para pastos de calidad agrológica media con limitaciones por clima, suelo y erosión. Se encuentran distribuidas en formas de tierra de glacis coluvial, en la zona de vida de páramo muy húmedo y tundra pluvial, la fertilidad natural es buena y se ocupan en pendientes de hasta 50 por ciento.

Son tierras planas e inclinadas localizadas en las zonas más elevadas de la quebrada, con potencial para desarrollo de actividad pecuaria a pequeña escala y con requerimiento de técnicas de gestión sostenible del suelo. Ocupan un área de 4.22 ha, lo que representa el 0.27 por ciento del área de estudio de la quebrada Payhua, mayormente en el Centro Poblado Anexo Payhua, en la margen derecha de la quebrada, en la cual viven de manera permanente aproximante 20 familias.

e.2) Tierras aptas para Pastos de calidad agrológica baja - Clase P3.

Subclase P3se(a)

Tierras aptas para pastos de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y erosión y presencia de terrazas y andenerías. Se encuentran distribuidas en formas de tierra de glacis coluvial, planos y taludes de terraza y laderas, en zona de vida de estepa y bosque húmedo, la fertilidad natural es baja y ocupan pendientes de 0 a 50 por ciento.

Actualmente, en estas tierras se percibe la existencia de andenerías y terrazas de edificación prehispánica, en uso y abandonadas, estas últimas, debido a su lejanía a una fuente de agua (andenerías por encima de canales de riego actuales). La presencia de pastizales adaptados al clima de estepa, permite mantener esta vegetación durante los meses de sequía. Ocupa un área de 40.97 ha, lo que representa el 2.57 por ciento del área de estudio de la quebrada Payhua.



Figura 11: Paisaje representativo de tierras de pastos de baja calidad agrológica con limitaciones por suelos y erosión (P3se(a))



Figura 12: Paisaje Límite de andenerías en uso y andenerías abandonadas, divididas por el canal de riego de Humash

f) Tierras de Protección X

Son las tierras más abundantes del ámbito de evaluación, (1430.02 ha que representan el 89.74 por ciento del área de estudio), siendo sus características particulares las siguientes:

f.1) Tierras de Protección de uso Urbano Rural - Subclase X

En esta subclase, sin subíndice representativo, se han agrupado todas las tierras correspondientes a uso urbano rural, considerándose los Centros Poblados Anexo Payhua y Allauca, y otras edificaciones dispersas en la cuenca. Se encuentran distribuidas en geoforma de terrazas, en zona de vida de estepa, con alta fertilidad natural y ocupan todo tipo de rango de pendientes. Ocupan un área de 3.87 ha, lo que representa el 0.24 por ciento del área de estudio de la quebrada Payhua.

- Subclase tierras de protección con limitaciones por clima, erosión y suelo (Xcei)

Tierras de protección con limitaciones por clima, erosión y riesgo de inundación. Se presentan en forma de la tierra de cárcavas, zona de vida de paramo muy húmedo, la fertilidad natural es baja y se presenta en todo grado de pendiente.

Son tierras de cauce de quebrada rocosa, muy susceptibles a erosión y remoción de rocas ante crecidas anormales de precipitación, corresponde a las tierras de la zona de vida páramo y tundra. Ocupa un área de 42.11 ha, lo que representa el 2.64 por ciento del área de estudio de la quebrada Payhua.

- Subclase tierras de protección con limitaciones por clima y suelo (Xcs)

Tierras de protección con limitaciones por clima y suelo. Se presentan en cima, laderas y escarpe, zona de vida de paramo muy húmedo y tundra pluvial, la fertilidad natural es baja y se presenta en todo grado de pendiente.

Corresponde a las tierras identificadas como afloramientos rocosos y se localizan en la zona de vida de páramo y tundra. Ocupa un área de 165.28 ha, lo que representa el 10.37 por ciento del área de estudio de la quebrada Payhua.

- Subclase tierras de protección con limitaciones por clima, suelo y erosión (Xcse)

Se presentan en tierras de laderas, zona de vida de páramo muy húmedo, la fertilidad natural es baja y se presenta en todo grado de pendiente, en la parte alta de la quebrada Payhua.

Corresponde a tierras de ladera de montaña, empinadas, superficiales y con limitaciones climáticas al encontrarse en la zona de vida de páramo y tundra. Ocupa un área de 285.33 ha, lo que representa el 17.91 por ciento del área de estudio de la quebrada Payhua.

- Subclase: tierras de protección con limitaciones por erosión (Xe)

Tierras de protección con limitaciones por erosión. Se presentan en forma de la tierra de laderas, glacis coluvial, barrancos, gargantas y cañones, zona de vida estepa espinosa, estepa y bosque húmedo, la fertilidad natural es media y se presenta en todo grado de pendiente.

Son tierras localizadas en las laderas de montaña que enmarcan la quebrada, se presentan en todo tipo de relieve, actualmente se ocupan en matorrales naturales, lo que provee cierta resistencia a la erosión. Ocupa un área de 647.62 ha, lo que representa el 40.64 por ciento del área de estudio de la quebrada Payhua.



Figura 13: Paisaje de tierras de protección con limitaciones por erosión en la parte alta de las laderas de la quebrada Payhua (Xe)



Figura 14: Paisaje de inicio de cárcava en laderas empinadas de quebrada Payuha geofoma cárcavas

- Subclase tierras de protección con limitaciones por erosión y presencia de terrazas y andenerías (Xe(a))

Se refiere a tierras que por su condición deben ser dedicadas a protección y conservación dada su alta pendiente. Corresponde a zonas de linderos y bordes de las tierras de andenerías y son de importancia para la protección de dichas estructuras. Ocupan un área de 101.15 ha, lo que representa el 6.35 por ciento del área de estudio de la quebrada Payhua.

- Subclase tierras de protección con limitaciones por erosión y riesgo de inundaciones (Xe(i))

Tierras de protección con limitaciones por erosión y riesgo de inundación. Se presentan en forma de la tierra de cuchilla de disección y lecho de río, zona de vida de estepa espinosa, estepa y bosque húmedo, la fertilidad natural es media y se presenta en todo grado de pendiente.

En esta subclase se agrupan las tierras de los patrones de drenaje de la quebrada, y que se encuentran en la zona de vida de estepa, en esta sección de tierras, la erosión ha dejado roca expuesta las aguas de elevada precipitación que ocurre en sector más alto puede llegar con impulso por estos canales naturales y arrastrar material con fuerza aluvial hacia los sectores más bajos (Matucana). En algunos casos, presencia de cárcavas. Ocupa un área de 103.71 ha, lo que representa el 6.51 por ciento del área de estudio de la quebrada Payhua.

- Subclase tierras de protección con limitaciones por suelo (Xs)

Tierras de protección con limitaciones por suelo. Se presentan en forma de la tierra de cimas y escarpe, zona de vida de estepa espinosa, estepa y bosque húmedo, la fertilidad natural es baja y se presenta en todo grado de pendiente.

Se refiere a las tierras de afloramientos rocosos y que se encuentran en la zona de vida de estepa. Ocupa un área de 80.95 ha, lo que representa el 5.08 por ciento del área de estudio de la quebrada Payhua.

• **Asociaciones de CUM**

a) Asociación de tierras aptas para cultivos en limpio de calidad agrologica baja y presencia de terrazas y andenerías con tierras aptas para cultivos permanentes de calidad agrologica media y presencia de terrazas y andenerías

- Subclase A3s(a)-C2s(a)

Tierras aptas para cultivo en limpio de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y presencia de terrazas y andenería; asociadas a tierras aptas para cultivos permanentes de calidad agrologica media, con limitaciones por suelo y presencia de terrazas y andenería. Se presentan en forma de la tierra de terraza coluvio-aluvial, zona de vida de estepa espinosa, estepa y bosque húmedo, la fertilidad natural es buena y se presenta en pendientes menores a 25 por ciento.

Son tierras de terraza, de hasta 25% de pendiente, actualmente utilizadas para distintos cultivos en limpio y permanentes como papa, maíz y alfalfa. Ocupan un área de 23.20 ha, lo que representa el 1.46 por ciento del área de estudio de la quebrada Payhua.

b) Asociación de tierras aptas para pastos de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo y erosión y presencia de terrazas y andenerías; con tierras de aptitud forestal de calidad agrológica baja, con limitaciones por erosión y presencia de terrazas y andenerías

- Subclase P3se(a)-F3e(a)

Se refiere a tierras de transición entre las edificaciones de andenerías y terrazas y las laderas de desarrollo natural propias de la quebrada Payhua. Ocupa un área de 68.57 ha, lo que representa el 4.30 por ciento del área de estudio de la quebrada Payhua.

c) Asociación de tierras de aptitud forestal de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y erosión; con tierras de protección con limitaciones por erosión.

- Subclase P3se-Xe

Tierras aptas para pastos de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y erosión; asociadas a tierras de protección con limitaciones por erosión. Se presentan en forma de la tierra de terraza coluvio-aluvial, planos de terraza, glacis coluvial y laderas, zona de vida de estepa espinosa, estepa y bosque húmedo, la fertilidad natural es media y se presenta en pendientes de entre 15 y 50 por ciento.

Dentro de este grupo asociado se han incluido las tierras de terrazas prehispánicas habilitadas que, sin embargo, se encuentran en zona susceptible de erosión, por lo que se sugiere que mantengan una vegetación permanente que actúe como agente conservador del suelo, considerándose especies de pastizales como arbustivas y arbóreas. Ocupa un área de 13.15 ha, lo que representa el 0.83 por ciento del área de estudio de la quebrada Payhua.

3.4 Recomendaciones de Gestión Sostenible del Suelo en la Quebrada Payhua

Prácticas para la gestión sostenible del suelo en tierras aptas para cultivo en limpio y tierras aptas para cultivos permanentes. Unidades de CUM Referidas: A3s(a)-C2s(a), A2si, C2si, C3se(a)

- Incrementar la producción de los policultivos de pan llevar (maíz, frijol, habas, papa), mediante la siembra de surcos en contorno, en contra de la pendiente y en las terrazas y andenes habilitados.



**Figura 15: Pequeñas parcelas con policultivos
Asociaciones y rotaciones de cultivos, siembra de haba y alfalfa (riego de aspersión).
Margen derecha de la quebrada Payhua**

- Como la agricultura es de secano, algunas tierras se cultivan con riego complementario, en las cuales se debe ar la disponibilidad de agua para las plantas empleando métodos (como el riego por goteo o microaspersores, aprovechando las diferencias marcadas de pendiente que hay en estas tierras de laderas; la programación del riego; el control de la humedad del suelo o de la pérdida de agua por evapotranspiración) que aprovechen al máximo la eficiencia en el uso del agua y reduzcan al mínimo la erosión del suelo y la pérdida de nutrientes; también pueden gestión la construcción de reservorios con geomembrana para almacenar el agua en la época de las lluvias.
- Debe aumentarse la eficiencia en el uso del agua de riego de las plantas mejorando los métodos de conducción, distribución y aplicación en más parcelas, a través de reservorios y tuberías con capacidad suficiente para el acceso a esta tecnología a los centros poblados (mejorando la programación del riego por microaspersores) que reducen las pérdidas del agua de riego por evaporación y percolación, así como a través de una estimación más acertada de las reservas de agua en el suelo, la selección de especies o variedades mejoradas.



**Figura 16: Parcela de alfalfa con riego por aspersion
Margen derecha de la quebrada de Payhua**



Figura 17: Crianza extensiva de ganado vacuno

Pobladores obtienen leche y elaboran quesos para vender en Matucana. Manejo autosostenible.

Alimentan con rastrojos de cosechas y con el corte de las parcelas de alfalfa.

- Incrementar el contenido de materia orgánica mediante prácticas tales como el manejo de rastrojos, elaboración y uso de compost (5 t/ha), uso de estiércoles (vacunos y ovinos en crianza extensiva), guano de islas.
- Debe mejorarse las prácticas de labranza reducida o nula, promoviendo los surcos en contorno en contra de la pendiente
- Promover la instalación de barreras vivas utilizando maguey o cactáceas, en líneas contra la pendiente para que se formen terrazas de formación lenta, de acuerdo a zona de vida, y para complementar las labores de mantenimiento de terrazas y andenerías existentes.



**Figura 18: Cultivos en terrazas con barreras vivas y andes prehispánicos en la parte alta
Margen izquierda de la quebrada de Payhua – Localidad de Allauca**

- Debe aumentarse y mantenerse la fertilidad natural del suelo y los ciclos de nutrientes naturales. a través de prácticas de conservación de suelos tales como el uso de la rotación de cultivos con leguminosas locales (habas, chocho, lentejas, frijoles, arvejas), asociados con cultivos de protección en combinación con una labranza reducida o nula, así como a la agroforestería, incorporando más árboles (aliso, eritrina, molles) y arbustos (chachacomo, retama) alrededor de las pequeñas parcelas de policultivos que tienen.
- Promover el uso de sistemas integrados de Fertilidad de suelos, mejorando los métodos, tipos, dosis y períodos de aplicación de fertilizantes, disminuyendo las pérdidas e incrementando su eficiencia con la absorción equilibrada de los nutrientes de los cultivos. Ello debe basarse en análisis de suelos y plantas y ser una iniciativa a largo plazo. Evitar el uso exclusivo de la urea, recomendar el uso de fertilizantes compuestos que tienen más de un nutriente como el caso del fosfato diamónico que contiene nitrógeno y fósforo, o fertilizantes compuestos con los 3 nutrientes primarios NPK como el 20-20-20, aplicados luego de la incorporación de estiércol de vacuno, disponible en la zona de Payhua. Debe utilizarse también bioproductos agrícolas como estiércol líquido, semisólido o sólido, residuos de cultivos, compost, residuos sólidos domésticos, e inoculantes para la fijación biológica de nitrógeno (productos innovadores de bajo impacto ecológico). A fin de

aumentar su eficiencia, tales medidas deben combinarse con la mitigación de los efectos de otros factores limitantes (tales como la falta de agua).

- Debe seleccionarse sistemas agroforestales con árboles alrededor de las parcelas (sistemas de raíces densos y fibrosos) capaces de penetrar en el suelo y acabar con la compactación, controlar la erosión hídrica, como, por ejemplo: aliso, molle, queñual, colle, o arbustos endémicos con profunda penetración de raíz.



Figura 19: Parcela de alfalfa con riego por aspersión

Cultivadas sobre la base de andenería prehispánica, con árboles de aliso y eucaliptos en los bordes de las parcelas como cortaviento y provisión de materia orgánica. C.P. Anexo Payhua

- Debe establecerse y mantenerse sistemas de drenaje superficiales y subsuperficiales para controlar el aumento de las capas freáticas, con objeto de mitigar el posible anegamiento. Esto para el caso de tierras con limitaciones por inundación (i).
- Realizar análisis de la calidad del agua de riego respecto a los nutrientes y sustancias potencialmente contaminantes que pueden existir, como el caso de metales pesados (As, Cr, Cd, Pb), que puedan representar riesgos para el ganado vacuno o que se bioacumulen en los cultivos de producen para su autoconsumo.

Prácticas para la gestión sostenible del suelo en tierras aptas para Pastos Naturales y mejorados y Forestales. Unidades de CUM Referidas: P2cse, P3se(a), P3se(a)-F3e(a), F3se-Xe.

- Debe evitarse cambios en el uso de la tierra tales como la conversión inadecuada de pastizales en tierras agrícolas que provocan la pérdida del carbono retenido en el suelo, o planificarse con cuidado y efectuarse adecuadamente en caso de que ello sea una alternativa rentable y sostenible.
- Evitar la quema de pastos nativos en tierras de laderas porque quedan expuestas a la pérdida de suelos por erosión hídrica o pueden acelerar los procesos de remoción en masa como deslizamientos de tierras (comunes en ambas márgenes de esta quebrada). En tierras planas se podría organizar cuidadosamente quemas controladas para renovar la calidad de las praderas, o también para eliminar especies indeseables como el garbancillo, que puede resultar tóxico para el ganado.
- Promover la práctica de uso de potreros, organizando canchas de pastoreo rotativo para optimizar la deposición de estiércol y orina, seguida de un periodo de barbecho o descanso para su recuperación natural. Es importante la carga animal, así, por ejemplo, 15 ovinos en un tercio de hectárea, deben permanecer 15 días, y luego son trasladados a otra parcela también de un tercio de hectárea, quedando de esta manera bien fertilizadas estas áreas.
- En sistemas de pastoreo, debería mantenerse una suficiente cobertura vegetal para proteger el suelo del pisoteo y la erosión; estableciendo canchas de pastoreo, considerando la carga animal de acuerdo a la soportabilidad que tenga la pradera, y el tipo de ganado, si tienen ganado ovino, vacuno, equino.
- Reforestar las tierras degradadas de pastos mediante arreglos silvopastoriles, colocando arboles de quinales y alisos alrededor de las canchas de pastoreo y cortinas rompevientos de quinales con pinos, para proteger a los animales del frío como medida de adaptación al cambio climático en la formación ecológica de puna.
- Utilizar zanjas de infiltración en la parte alta de las laderas para cosechar el agua de las lluvias, recargar el caudal de los manantiales y puquiales, para mejorar la cobertura vegetal de las laderas fuertemente empinadas, de las quebradas de huaycos.

V. CONCLUSIONES

5.1. Sistema de clasificación de tierras, de acuerdo a su capacidad de uso mayor en la quebrada de Payhua

Para determinar la clasificación de Tierras de acuerdo a su Capacidad de Uso Mayor de la quebrada Payhua, la metodología empleada consistió en entrelazar distintos recursos y disciplinas que cumplen con aportar información necesaria en la determinación. Los insumos cartográficos principales fueron: mapa geomorfológico, el mapa de zonas de vida, el mapa de pendientes obtenido a partir del Modelo de Elevación Digital (DEM) y la información del levantamiento de suelos. Se procesó toda la información utilizando la herramienta SIG (ArcGIS 10.8), y se obtuvo como resultado distintas unidades cartográficas en formato vectorial (shapefile) con data extraída de los recursos; estos datos son filtrados de acuerdo a las clasificaciones y limitaciones de la normativa peruana vigente (D.S. 017-2009-AG). El resultado final de este análisis fue la obtención del Mapa de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor de la quebrada de Payhua, cuyos resultados se presentan a continuación.

En la quebrada Payhua, las tierras que más abundan son las correspondientes al grupo denominado Tierras de Protección (X) que ocupan 1428.03 ha (89.62% del total de la quebrada), ubicadas en terrenos de relieve accidentado con laderas empinadas a fuertemente empinadas, con afloramientos rocosos y formando también parte de lechos de los ríos.

Son muy escasas las tierras Aptas para Cultivo en Limpio (grupo A), solamente se ha identificado una superficie de 0.45 Ha. como Tierras aptas para cultivo en limpio de calidad agrologica media, con limitaciones por suelo y riesgo de inundación (A2si), ubicadas en la parte baja de la quebrada en la desembocadura al río Rímac.

Las tierras aptas para cultivo permanente (grupo C), Existe una pequeña superficie de 12.79 Ha, (0.80% del total de la quebrada), de las cuales 2.60 Ha. corresponden a tierras aptas para cultivos en limpio de calidad agrologica media con limitaciones por suelos y riesgo de

inundación (C2si) y 10.19 Ha. de tierras aptas para cultivos permanentes con limitaciones por suelos y erosión (C3se).

El grupo de tierras aptas para Pastos (grupo P) ocupan una superficie de 45.72 Ha. (2.9% del total), se ubican en la zona intermedia de la quebrada, hasta los 3800 msnm, siendo las tierras aptas para pastos de calidad agrológica baja con limitaciones suelo y erosión (P3se) las de mayor área ocupando una superficie de 41.50 Ha. y en muy poca cantidad las aptas para pastos de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo y erosión (P3cse), correspondientes a tierras a mayor altitud.

Se pudo realizar la distinción de andenerías prehispánicas edificadas en la quebrada Payhua, las andenerías en uso, incluidas en las subclases C3se(a) y A3s-C2s(a), con 33.90 ha (2.1%), andenerías en distintas etapas de rotación y descanso, incluidas en la subclase P3se(a) con 109.54 ha (6.87%) y las andenerías abandonadas, incluidas en la subclase Xe(a), con 101.15 ha (6.35% del área total de la quebrada)

5.2. Gestión Sostenible del Suelo

En las tierras de ladera de la quebrada Payhua, bajo condiciones de secano, se han identificado numerosas prácticas correspondientes a la Gestión Sostenible del Suelo:

- En las laderas de la quebrada Payhua existen terrazas y andenes de origen prehispánico, las cuales se encuentra en uso y bien conservadas (33.90 ha), solo las cercanas a los centros poblados, con riego suplementario por aspersión para cultivo de alfalfa, mediante los canales de riego, que traen agua de la parte alta. La mayor área de andenes se encuentra en situación de abandono (101.15 ha), en un permanente estado de descanso natural, lo que ha favorecido el establecimiento de pastizales, arbustos y árboles endémicos sobre estas terrazas y que en cierto modo ha contribuido a la preservación de estos suelos, y la mitigación de riesgos de desastres por deslizamientos que ocurren en estas tierras de altas pendientes.
- Las actividades económicas principalmente son agropecuarias realizadas en tierras de laderas, en pequeños predios familiares, donde siembran principalmente cultivos de pan llevar como maíz, papa, habas, cebada mediante el sistema de policultivos, como una respuesta de adaptación a la alta variabilidad climática (riesgos de sequías y heladas)

- Para mantener la materia orgánica y la fertilidad del suelo utilizan los estiércoles de ovinos y vacunos de la crianza extensiva que realizan
- Como el agua es muy escasa para la agricultura, algunos agricultores que tiene parcelas con riego complementario, cultivan alfalfa utilizando sistema de riego por aspersión, mejorando la eficiencia del uso del agua, para alimentar ganado vacuno criollo (crianza extensiva), que les genera leche con la cual elaboran quesos, que comercian en Matucana, como actividad adicional que les permite mejorar su economía.
- Practican la agroforestería mediante el uso de sistemas silvopastoriles, existen árboles de aliso alrededor de las chacras de alfalfa.

VI. RECOMENDACIONES

- Se sugiere la implementación de algunas o todas las directrices de Gestión Sostenible del Suelo para las tierras de ladera de la quebrada de Payhua, bajo condiciones de secano, contempladas en el presente documento, priorizando aquellas de fácil adopción en el ámbito de evaluación, tales como el manejo adecuado de la ganadería extensiva, mantenimiento continuo de las andenerías, riego por aspersión, uso de abonos orgánicos y rotaciones y descansos naturales del suelo.
- Se sugiere desarrollar y promover el acceso al mercado de los productos de la quebrada Payhua y otras similares del valle de Lima, difundiendo el aporte cultural de las andenerías y de buenas prácticas agrícolas llevadas a cabo.
- Desarrollar edificaciones de infraestructura natural para contener las pérdidas por erosión e inundación ante las crecidas extraordinarias del agua de la cuenca.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Agro Rural (2021). Andenes para la Vida. Inventario y caracterización de andenes en los andes tropicales del Perú. Lima, Perú. © 2021 Programa De Desarrollo Productivo Agrario Rural.
- Aybar-Camacho, C.; Lavado-Casimiro, W.; Sabino, E.; Ramírez, S.; Huerta, J. & Felipe-Obando, O. (2017). Atlas de zonas de vida del Perú – Guía Explicativa. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Dirección de Hidrología.
- Blossiers, J., Deza, C., León, B., Samané, R. (2000), Agricultura De Laderas A Través De Andenes, Perú; Manual de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia (pp. 195-216). Santiago – Chile.
- FAO. 1976. A Framework for land evaluation. Soils Bull. No. 32. FAO, Rome and ILRI - Wageningen, Publ. 22:333.
- FAO. 2015. Carta Mundial de Suelos Revisada.
- FAO 2017. Directrices Voluntarias Para La Gestión Sostenible De Los Suelos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia.
- FAO Y MADS (2018). Guía de Buenas Practica para la Gestión y Uso Sostenible de los Suelos en Áreas Rurales. Bogotá 2018.
- INAB GUATEMALA. Clasificación de tierras por capacidad de uso. Aplicación de una metodología para tierras de la república de Guatemala, Instituto Nacional de Bosques, Guatemala, 2000.
- INGEMMET (1995), Boletín N° 55 Serie A: Carta Geológica Nacional Geológica del Perú, Lima – Perú.

- Mary Silpa, Nowshaja P. (2015), Land Capability Classification of Ollukara Block Panchayat Using GIS. International Conference on Emerging Trends in Engineering, Science and Technology (ICETEST - 2015)
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. 2009. Reglamento de Clasificación de Tierras de acuerdo a su Capacidad de Uso Mayor. D.S. N°017-2009-AG. 2 de setiembre de 2009). Diario Oficial El Peruano. PNUD. 2010. Documento de Proyecto del PNUD. Gobierno del Perú. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Promoviendo el Manejo Sostenible de la Tierra en Las Bambas. PIMS No. 3821.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. 2010. Reglamento para la Ejecución del Levantamiento de Suelos. D.S. N°013-2010-AG. 19 de noviembre de 2010. Diario Oficial El Peruano.
- PNUD Y MINAM. 2011. Documento de Proyecto del PNUD (PRODOC). “Promoviendo el Manejo sostenible de la Tierra en Las Bambas”. 134 págs.
- PNUD. 2011. Informe Anual 2011 del proyecto “PROMOVIENDO EL MANEJO SOSTENIBLE DE LA TIERRA EN LAS BAMBAS”. 16 págs.
- PNUD. 2012. Guía para realizar Evaluaciones finales de los proyectos respaldados por el PNUD y financiados por el FMAM. 61 págs.
- PNUD. 2012. Informe Anual 2012 del proyecto “PROMOVIENDO EL MANEJO SOSTENIBLE DE LA TIERRA EN LAS BAMBAS” 21 págs.
- PNUD. 2013. Informe Anual 2013 del proyecto “PROMOVIENDO EL MANEJO SOSTENIBLE DE LA TIERRA EN LAS BAMBAS” 22 págs.
- Soil Survey Staff. 2018. Soil taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. 2nd edition. Natural Resources Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 436.
- Villota, H (1997). Una nueva aproximación a la Clasificación Fisiográfica del terreno. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Colombia. Vol. 15 N°1, 1997.

ANEXOS

ANEXO 1: AUTORIZACIÓN PARA USO DE INFORMACIÓN



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Servicio Nacional de
Meteorología e Hidrología
del Perú - SENAMHI

OSIA

*"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"*

Señor
RUY RODRIGO MARTIN MORALES
Lima

Asunto : Se le comunica Autorización para uso de información
Referencia : Carta S/N° Ciudadano – Morales Robertti Ruy Rodrigo (24FEB2022)

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con relación al documento de la referencia, respecto a su solicitud de permiso de uso de información generada en el "Estudio de Aptitud de las Tierras asociado a la pérdida de suelos ante peligros hidrometeorológicos en las Quebradas Pedregal, Cusipata y Payhua", debemos manifestarle que se autoriza el uso de dicha información, indicándole que esta sea referenciada en el documento de tesis como fuente al SENAMHI. Para las coordinaciones del caso dirigirse a la Ing. Karim Quevedo Caiña subdirectora de Estudios e Investigaciones Agrometeorológicas.

Atentamente,

Documento firmado digitalmente
CONSTANTINO EUSEBIO ALARCON VELAZCO
DIRECTOR DE AGROMETEOROLOGIA
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado en el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI, aplicando lo dispuesto por el Art. 23 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: <http://stdvalidadordoc.senamhi.gob.pe:8080/validadorDocumental/inicio/detalle.jsf> e ingresando la siguiente clave: PBUNLGVCAV



Jr. Cabaldo 785, Jesús María
Teléfono: (01) 614 1414
www.senamhi.gob.pe

ANEXO 2: RESULTADOS ANALISIS DE LABORATORIO

4



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANIAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



La Molina, 12 de Noviembre de 2021
LASPAF/054

Señor
Hugo Ascama Flores
Director de la Unidad de Abastecimiento
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI
Jr. Cahuide N°. 785 – Jesús María, Lima

Asunto: Entregable del "Servicio de Análisis de Suelo Caracterización para el estudio de aptitud de las tierras asociado a la pérdida de suelos ante peligros hidrometeorológicos en las Quebradas Pedregal, Cusipata y Payhua".

Referencia: ORDEN DE SERVICIO N°. 901-2021

Es grato dirigirme a usted para saludarlo cordialmente y al mismo tiempo hacer llegar el entregable del "Servicio de Análisis de Suelo Caracterización para el estudio de aptitud de las tierras asociado a la pérdida de suelos ante peligros hidrometeorológicos en las Quebradas Pedregal, Cusipata y Payhua", para lo cual adjunto la siguiente documentación.

1. Un (01) ejemplar del entregable.

Sin otro particular.

Atentamente,


Dr. Constantino Calderón Mendoza
Jefe del Laboratorio



Av. La Molina s/n Campus UNALM
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-6822
Celular: 946-505-254
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

MÉTODOS SEGUIDOS EN EL ANÁLISIS DE SUELOS

1. Textura de suelo: % de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro.
2. Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 o en el extracto de la pasta de saturación(es).
3. PH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1 ó en suspensión suelo: KCl N, relación 1:2,5.
4. Calcareo total (CaCO₃): método gaso-volumétrico utilizando un calómetro.
5. Materia orgánica: método de Walkley y Black: oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio, %M.O. = %CO x 1.724.
5. Nitrogeno total: método del micro-Kjeldahl.
7. Fósforo disponible: método de Olsen modificado, extracción con NaHCO₃-0.5M, pH 8.5.
8. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH₃ - COONH₄)N, pH 7.0.
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio (CH₃ - COONH₄)N, pH 7.0.
10. Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺ cambiables: reemplazamiento con acetato de amonio

[CH₃ - COONH₄]N; pH 7.0 cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica.

11. NH₄⁺-N: método de Yuan. Extracción con KOH, N.

12. Iones solubles:

- a) Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺ solubles: fotometría de llama y/o absorción atómica.
- b) Cl⁻, CO₃²⁻, HCO₃⁻, NO₃⁻ solubles: volumetría y colorimetría. SO₄²⁻ turbidimetría con cloruro de Bario.
- c) Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina.
- d) Yodo soluble: solubilización con agua y precipitación con acetina.

Equivalencias:

1 ppm = 1 mg/kg lograma

1 milimho (mmho/cm) = 1 dec Siemens/metro

1 miliequivalente / 100 g = 1 cmol(-)/kg

Salas solubles totales (TDS) en ppm ó mg/kg = 640 x CEes

CE (1:1) mmho/cm x 2 = CE(es) mmho/cm

TABLA DE INTERPRETACION

Salinidad		Materia Orgánica	Fósforo disponible	Potasio disponible	Relaciones Catiónicas			
Clasificación de Suelo	CE(es)	CLASIFICACIÓN	%	ppm P	ppm K	Clasificación	K/Mg	Ca/Mg
*muy ligeramente salino	<2	*bajo	<2.0	<7.0	<100	*Normal	0.2 - 0.3	5 - 9
*ligeramente salino	2 - 4	*medio	2 - 4	7.0 - 14.0	100 - 240	*defic. Mg	>0.5	
*moderadamente salino	4 - 8	*alto	>4.0	>14.0	>240	*defic. K	>0.2	
*fuertemente salino	>8					*defic. Mg		>10

Reacción o pH		CLASES TEXTURALES				Distribución de Cationes %	
Clasificación del Suelo	pH	A = arena	Fr.Ar.A = franco arcillo arenoso	Ca ²⁺	=	60 - 75	
*fuertemente ácido	<5.5	A.Fr = arena franco	Fr.Ar = franco arcilloso	mg P	=	15 - 20	
*moderadamente ácido	5.5 - 6.0	Fr.A = franco arenoso	Fr.Ar.L = franco arcilloso limoso	K ⁺	=	3 - 7	
*ligeramente ácido	6.1 - 6.5	Fr. = franco	Ar.A = arcilloso arenoso	Na ⁺	=	<15	
*neutro	6.6 - 7.0	Fr.L = franco limoso	Ar.L = arcilloso limoso				
*ligeramente alcalino	7.1 - 7.8	L = limoso	Ar = arcilloso				
*moderadamente alcalino	7.9 - 8.4						
*fuertemente alcalino	>8.5						



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : SENAMHI

Departamento : LIMA

Distrito : MATUCANA

Referencia : H.R. 75175-117C-21

Provincia : HUAROCHIRI

Predio : PAYHUA

Fecha : 26/10/2021

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
9832	PY - 01 Hz 1	7.86	0.36	2.39	1.04	5.1	127	61	18	21	Fr.Ar.A.	17.92	15.09	2.17	0.34	0.32	0.00	17.92	17.92	100
9833	PY - 01 Hz 2	7.98	0.42	3.72	0.39	3.3	92	57	20	23	Fr.Ar.A.	16.00	12.65	2.60	0.30	0.45	0.00	16.00	16.00	100
9834	PY - 01 Hz 3	7.90	0.44	5.63	0.07	3.0	51	59	22	19	Fr.A.	15.52	11.97	2.87	0.15	0.53	0.00	15.52	15.52	100
9835	PY - 02 Hz 1	7.86	0.34	1.05	3.19	6.3	532	57	30	13	Fr.A.	17.28	12.34	3.12	1.43	0.39	0.00	17.28	17.28	100
9836	PY - 02 Hz 2	8.02	0.35	1.62	0.98	4.1	238	55	28	17	Fr.A.	15.20	11.21	2.60	0.76	0.63	0.00	15.20	15.20	100
9837	PY - 02 Hz 3	7.78	0.78	2.67	0.78	4.2	261	51	30	19	Fr.	15.04	9.93	3.65	0.90	0.57	0.00	15.04	15.04	100
9838	PY - 03 Hz 1	7.45	0.26	0.38	4.23	21.9	332	45	32	23	Fr.	22.08	19.08	1.88	0.85	0.27	0.00	22.08	22.08	100
9839	PY - 03 Hz 2	7.50	0.17	0.10	2.28	16.4	213	45	32	23	Fr.	19.68	16.47	2.43	0.53	0.25	0.00	19.68	19.68	100
9840	PY - 03 Hz 3	7.41	0.13	0.10	1.30	15.9	129	47	30	23	Fr.	17.60	13.73	3.15	0.42	0.30	0.00	17.60	17.60	100
9841	PY - 04 Hz 1	5.58	0.04	0.00	1.43	15.4	63	55	30	15	Fr.A.	12.48	8.78	1.18	0.20	0.29	0.10	10.55	10.45	84
9842	PY - 04 Hz 2	6.88	0.42	0.19	0.33	2.7	125	31	30	39	Fr.Ar.	18.08	14.60	2.08	0.29	0.31	0.00	17.29	17.29	96
9843	PY - 04 Hz 3	7.61	0.36	0.95	0.07	2.6	121	33	28	39	Fr.Ar.	19.20	16.46	2.13	0.29	0.32	0.00	19.20	19.20	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



Dr. Constantino Calderón Mendoza
 Jefe del Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : SENAMHI

Departamento : LIMA

Distrito : MATUCANA

Referencia : H.R. 75175-117C-21

Provincia : HUAROCHIRI

Predio : PAYHUA

Fecha : 26/10/2021

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
9844	PY - 05 Hz 1	6.72	0.04	0.10	0.39	9.4	557	77	10	13	Fr.A.	14.40	10.60	1.80	1.14	0.22	0.00	13.76	13.76	96
9845	PY - 05 Hz 2	7.41	0.04	0.19	0.13	7.6	432	81	8	11	Fr.A.	13.60	11.26	1.18	0.92	0.23	0.00	13.60	13.60	100
9846	PY - 05 Hz 3	7.78	0.06	2.39	0.33	12.3	181	81	6	13	Fr.A.	12.16	10.49	0.97	0.47	0.23	0.00	12.16	12.16	100
9847	PY - 06 Hz 1	6.19	0.08	0.00	1.43	11.4	472	41	32	27	Fr.Ar.	20.32	14.00	3.65	1.17	0.34	0.00	19.16	19.16	94
9848	PY - 06 Hz 2	6.28	0.12	0.00	0.72	5.7	161	37	28	35	Fr.Ar.	22.40	17.08	3.97	0.45	0.50	0.00	22.00	22.00	98
9849	PY - 06 Hz 3	7.04	0.16	0.00	0.39	6.0	136	39	28	33	Fr.Ar.	21.60	17.06	3.68	0.43	0.43	0.00	21.60	21.60	100
9850	PY - 07 Hz 1	7.90	0.58	2.39	1.95	12.8	1323	53	22	25	Fr.Ar.A.	16.32	9.39	3.35	3.22	0.36	0.00	16.32	16.32	100
9851	PY - 07 Hz 2	7.97	0.48	2.39	1.17	7.7	1052	53	22	25	Fr.Ar.A.	16.00	9.44	3.15	3.09	0.32	0.00	16.00	16.00	100
9852	PY - 07 Hz 3	7.90	0.36	1.43	1.63	6.3	378	53	22	25	Fr.Ar.A.	16.80	12.37	3.27	0.85	0.31	0.00	16.80	16.80	100
9853	PY - 08 Hz 1	7.78	0.31	3.82	2.47	3.8	153	51	26	23	Fr.Ar.A.	19.52	16.90	1.97	0.41	0.24	0.00	19.52	19.52	100
9854	PY - 08 Hz 2	8.14	0.20	12.88	0.13	6.3	68	59	22	19	Fr.A.	12.80	9.55	2.70	0.21	0.34	0.00	12.80	12.80	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



Dr. Constantino Calderón Mendoza
Jefe del Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : SENAMHI

Departamento : LIMA

Distrito : MATUCANA

Referencia : H.R. 75175-117C-21

Provincia : HUAROCHIRI

Predio : PAYHUA

Fecha : 26/10/2021

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena	Limo	Arcilla			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
9855	PY - 09 Hz 1	7.74	0.41	1.91	2.93	9.9	565	51	26	23	Fr.Ar.A.	18.24	13.46	2.92	1.61	0.26	0.00	18.24	18.24	100
9856	PY - 09 Hz 2	7.86	0.38	2.39	1.76	4.2	206	47	28	25	Fr.	16.96	13.63	2.53	0.45	0.35	0.00	16.96	16.96	100
9857	PY - 09 Hz 3	7.82	0.67	4.29	0.65	5.5	210	47	26	27	Fr.Ar.A.	16.64	12.90	2.95	0.47	0.32	0.00	16.64	16.64	100
9858	PY - 10 Hz 1	7.20	1.13	2.00	22.51	565.6	1608	71	23	6	Fr.A.	20.80	14.82	3.60	2.18	0.19	0.00	20.80	20.80	100
9859	PY - 10 Hz 2	7.90	0.57	2.10	4.36	245.0	2760	53	28	19	Fr.A.	22.72	11.87	3.25	7.33	0.27	0.00	22.72	22.72	100

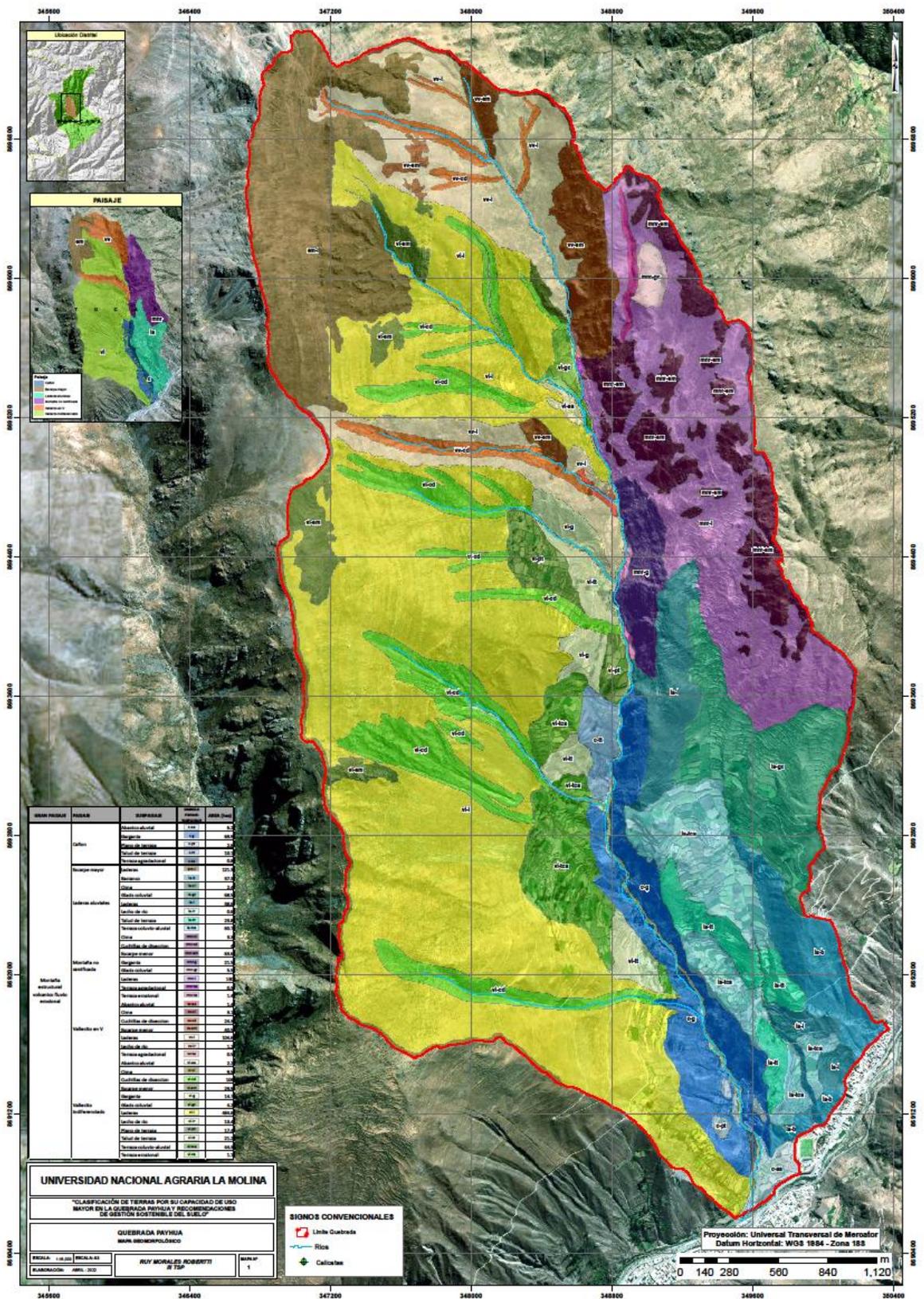
A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



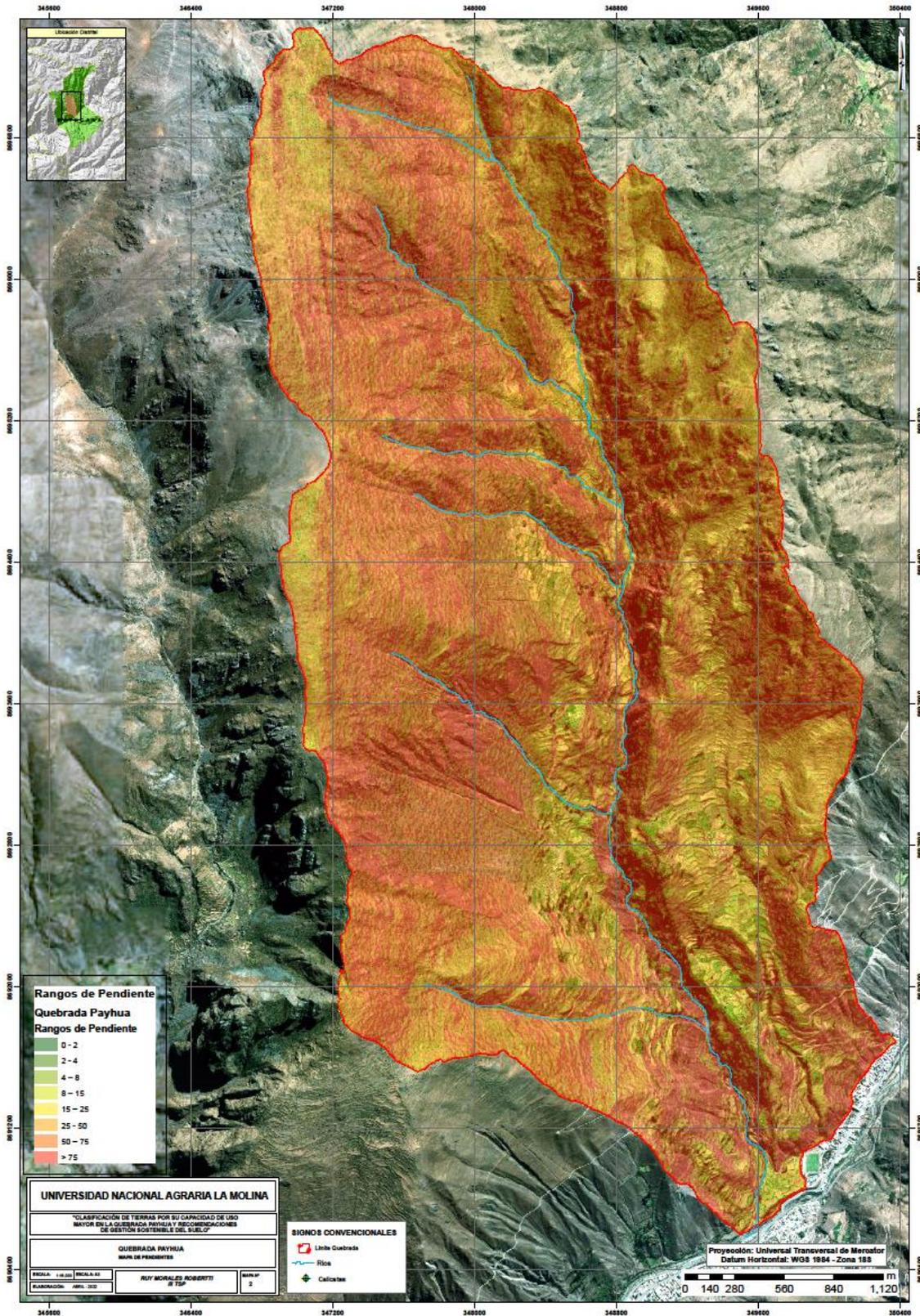
Dr. Constantino Calderón Mendoza
Jefe del Laboratorio

ANEXO 3: MAPAS

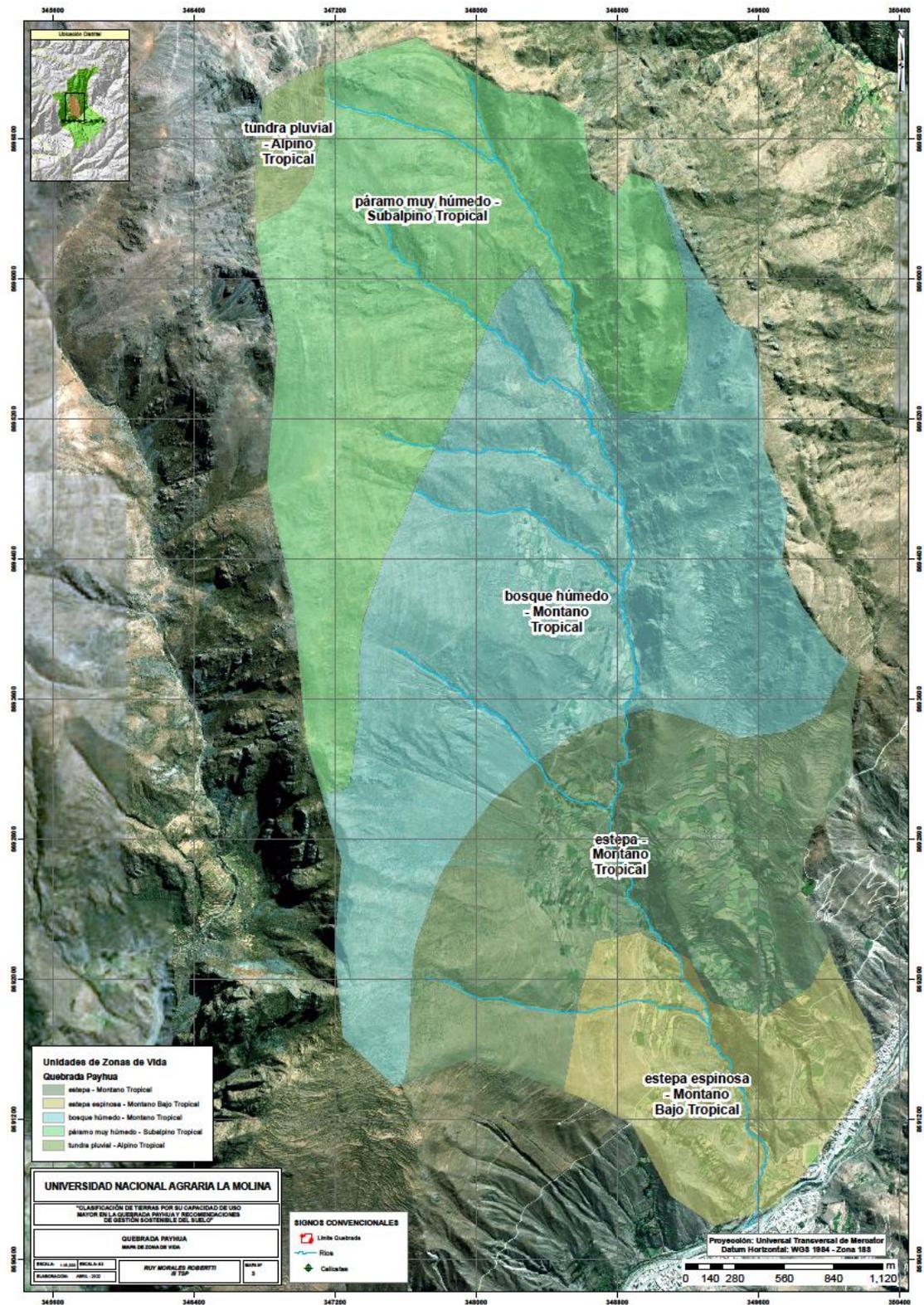
MAPA DE GEOMORFOLOGIA DE LA QUEBRADA PAYHUA



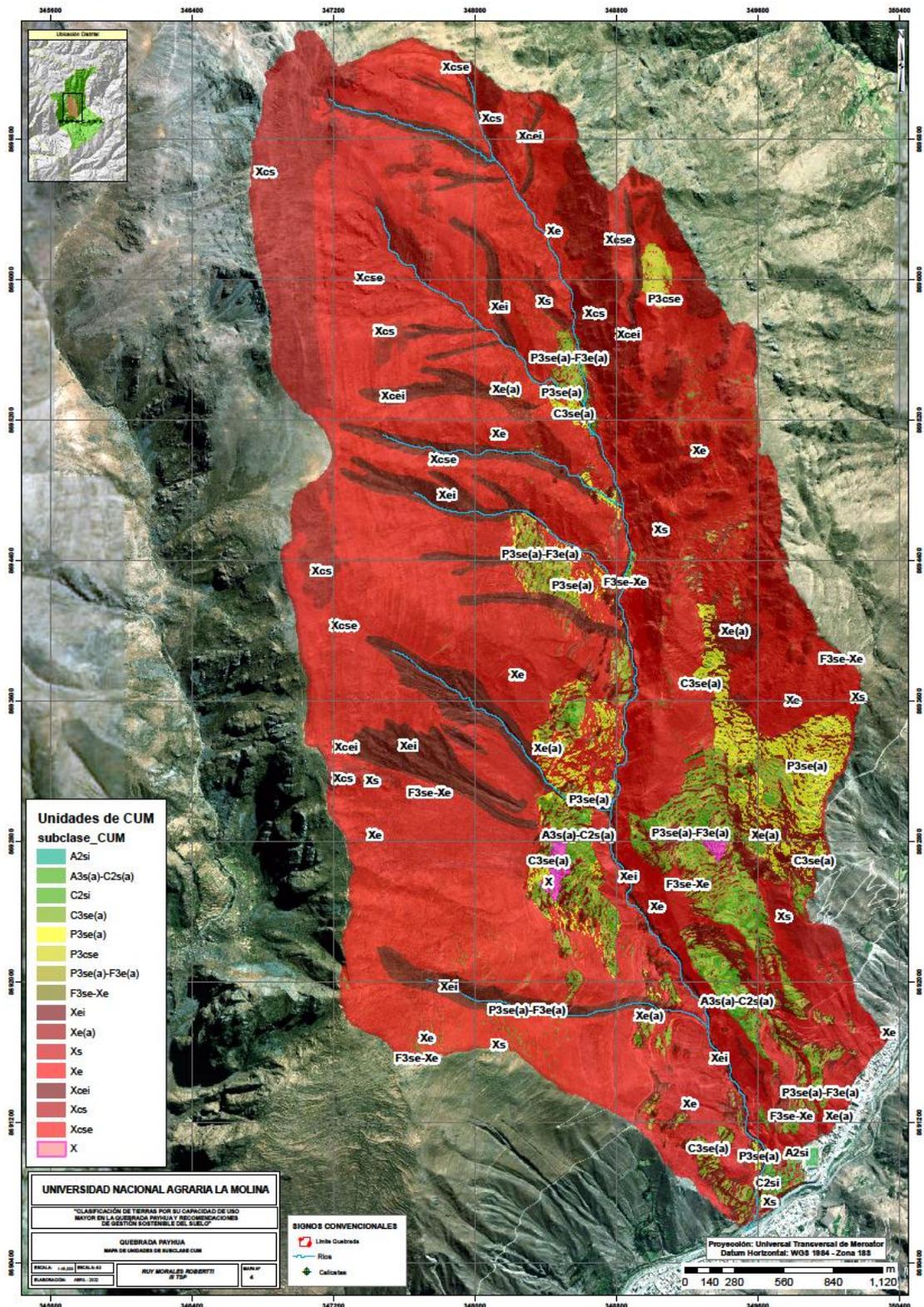
MAPA DE PENDIENTES DE LA QUEBRADA PAYHUA



MAPA DE ZONA DE VIDA DE LA QUEBRADA PAYHUA



MAPA DE CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LA QUEBRADA PAYHUA



ANEXO 4: PERFILES MODALES DE SUELOS

SUELO TRASHUALLANCA (CALICATA PY-01)

Calicata		PY-01	
Localidad		Matucana	
Soil Taxonomy		Lithic Haplustepts	
Coords UTM-wgs84		E 349475 N 8690815	
Altitud (msnm)		3035	
Vegetación		Terrazas antiguas y huertos comunales, arbustivas y gramíneas	
Material Parental		Coluvial y transportado	
Fisiografía		Valle indiferenciado.	
Relieve		Laderas de montaña	
Drenaje		Accidentado	
Pedregosidad Superficial		Bueno	
Pendiente		Ligeramente pedregoso	
Erosión Paisaje		43% Muy ligera	
Horizonte	Prof. (cm)	Descripción	
A	0 - 20	Franco limoso; color 5YR 3/2 pardo rojizo oscuro (H); estructura granular esférica, fina, débil; consistencia friable; reacción ligeramente alcalina (pH 7.86); modificadores texturales piedras 15%; contenido de materia orgánica bajo (1.04%); raíces finas y medias comunes; limite claro al	
Bw	20 - 55	Franco arcilloso; color 5YR 3/2 pardo rojizo oscuro (H); estructura bloque subangular, medio, moderado; consistencia ligeramente adhesiva; reacción moderadamente alcalina (pH 7.98); modificadores texturales piedras y bloques 50%; contenido de materia orgánica bajo (0.39%); raíces finas escasas; limite difuso al	
Cr	55 +	Franco arcilloso; color 5YR 3/2 pardo rojizo oscuro (H); estructura grano simple y masivo; consistencia ligeramente plástica; reacción ligeramente alcalina (pH 7.9); modificadores texturales bloques 60%; contenido de materia orgánica bajo (0.07%); raíces no presenta.	
Perfil			

SUELO MATORRAL LÍTICO (CALICATA PY-02)

Paisaje		
Calicata	PY-02	
Localidad	Camino hacia C.P. Payhua	
Soil Taxonomy	Lithic Ustorthents	
Coords UTM-wgs84	E 349775 N 8691173	
Altitud (msnm)	3035	
Vegetación	Sin cobertura. Plantas voluntarias endémicas	
Material Parental	Coluvial y trasportado	
Fisiografía	Terrazas antrópicas abandonadas y cultivadas	
Relieve	accidentado	
Drenaje	moderado	
Pedregosidad Superficial	Extremadamente pedregoso	
Pendiente	16%	
Erosión	Ligera	
Perfil		
Horizonte	Prof. (cm)	Descripción
A	0 - 20	Franco limoso; color 7.5YR 4/2 pardo (S); estructura granular esférica; consistencia friable; reacción ligeramente alcalina (pH 7.86); modificadores texturales piedras 20%; contenido de materia orgánica medio (3.19%); raíces finas abundantes; limite claro al
Cr1	20 - 60	Franco limoso; color 5YR 4/2 gris rojizo oscuro (S); estructura grano simple; consistencia friable; reacción moderadamente alcalina (pH 8.02); modificadores texturales piedras 60%; contenido de materia orgánica bajo (0.98%); raíces finas y medias escasas; limite gradual al
Cr2	60 +	Franco arcilloso; color 5YR 4/2 gris rojizo oscuro (S); estructura grano simple; consistencia friable; reacción ligeramente alcalina (pH 7.78); modificadores texturales rocas y bloques 80%; contenido de materia orgánica bajo (0.78%); raíces no presenta.
		

SUELO CHACCHUMA (CALICATA PY-03)

Paisaje			
Calicata	PY-03		
Localidad	Chacchuma		
Soil Taxonomy	Typic Durustepts		
Coords UTM-wgs84	E 348537 N 8692503		
Altitud (msnm)	3084		
Vegetación	Matorral arbustivo y arbóreo. Antiguo campo de cultivo en descanso		
Material Parental	Coluvial y residual		
Fisiografía	Ladera de montaña – Terraza		
Relieve	Accidentado		
Drenaje	Bueno		
Pedregosidad Superficial	Pedregoso		
Pendiente	12%		
Erosión	Muy ligera		
Perfil			
Horizonte	Prof. (cm)		Descripción
A	0 - 18		Franco limoso; color 5YR 4/2 gris rojizo oscuro (S); estructura granular esférica; consistencia firme; reacción ligeramente alcalina (pH 7.45); modificadores texturales piedras 20%; contenido de materia orgánica alto (4.23%); raíces finas abundantes; limite gradual al
AB	18 - 40		Franco limoso; color 5YR 3/2 pardo rojizo oscuro (H); estructura granular esférica con bloque subangular; consistencia friable; reacción ligeramente alcalina (pH 7.5); modificadores texturales piedras 30%; contenido de materia orgánica medio (2.28%); raíces finas comunes; limite difuso al
Cm	40 - 70		Franco; color 5YR 3/2 pardo rojizo oscuro (H); estructura bloque subangular con grano simple; consistencia firme y friable; reacción ligeramente alcalina (pH 7.41); modificadores texturales piedras 40%; contenido de materia orgánica bajo (1.3%); raíces no presenta; limite cementado.
Cm	70 +	Suelo compactado o cementado.	

SUELO TRASHUALLANCA (CALICATA PY-04)

Paisaje			
Calicata	PY-04		
Localidad	Trashuallanca		
Soil Taxonomy	Lithic Haplustepts		
Coords UTM-wgs84	E 349912 N 8692981		
Altitud (msnm)	3213		
Vegetación	Pastizal, avena silvestre, matorral arbustivo		
Material Parental	Coluvial y residual		
Fisiografía	Ladera de montaña alta		
Relieve	Plano, ondulado		
Drenaje	moderado		
Pedregosidad Superficial	Muy pedregoso		
Pendiente	36%		
Erosión	Ligera		
Perfil			
Horizonte	Prof. (cm)		Descripción
A	0 - 20		Franco limoso; color 7.5YR 4/3 pardo (S); estructura migajoso y bloque subangular; consistencia firme; reacción fuertemente ácida (pH 5.58); modificadores texturales piedras 20%; contenido de materia orgánica bajo (1.43%); raíces finas abundantes; limite gradual al
BC	20 - 45		Franco arcilloso; color 5YR 3/3 pardo rojizo oscuro (S); estructura bloque subangular y prismático; consistencia firme y ligeramente adhesiva; reacción neutra (pH 6.88); modificadores texturales piedras 20%; contenido de materia orgánica bajo (0.33%); raíces medias escasas; limite gradual al
Cr	45 - 70		Franco arcilloso; color 5YR 3/3 pardo rojizo oscuro (S); estructura masiva; consistencia ligeramente adhesivo; reacción ligeramente alcalina (pH 7.61); modificadores texturales piedras y bloques 40%; contenido de materia orgánica bajo (0.07%); raíces no presenta.
R	70 +	Contacto lítico	

SUELO OCSHAPAMPA (CALICATA PY-05)

Paisaje			
Calicata	PY-05		
Localidad	Pocruta		
Soil Taxonomy	Udic Ustorthents		
Coords UTM-wgs84	E 348502 N 8693650		
Altitud (msnm)	3100		
Vegetación	Matorral arbustivo y cactáceas. Árboles de eucalipto, rengo, chachacomo.		
Material Parental	Coluvial y residual		
Fisiografía	Ladera de montaña alta		
Relieve	Accidentado y ondulado		
Drenaje	Algo rápido		
Pedregosidad Superficial	Extremadamente pedregoso		
Pendiente	38%		
Erosión	Moderada		
Perfil			
Horizonte	Prof. (cm)		Descripción
A	0 - 20		Arenoso; color 5YR 4/2 gris rojizo oscuro (S); estructura grano simple; consistencia friable; reacción neutra (pH 6.72); modificadores texturales gravas 20%; contenido de materia orgánica bajo (0.39%); raíces finas, medias escasas; limite gradual al
BCr1	20 - 35		Arenoso; color 5YR 3/3 pardo rojizo oscuro (S); estructura grano simple; consistencia friable; reacción ligeramente alcalina (pH 7.41); modificadores texturales gravas 40%; contenido de materia orgánica bajo (0.13%); raíces finas, medias escasas; limite gradual al
BCr2	35 - 80		Arenoso; color 5YR 3/3 pardo rojizo oscuro (H); estructura grano simple; consistencia friable; reacción ligeramente alcalina (pH 7.78); modificadores texturales gravas y gravillas 60%; contenido de materia orgánica bajo (0.33%); raíces finas escasas; contacto paralítico.
R	80 +	Contacto paralítico	

SUELO PAYHUA (CALICATA PY-06)

Paisaje	
Calicata	PY-06
Localidad	Humash, Ayauca. Encima de canal
Soil Taxonomy	Typic Haplustepts
Coords UTM-wgs84	E 349278 N 8693334
Altitud (msnm)	3217
Vegetación	Terreno limpio; alrededores matorral denso espinoso, cactáceas, potrero en descanso
Material Parental	Residual y coluvial
Fisiografía	Ladera de montaña alta
Relieve	Plano y ondulado
Drenaje	Bueno
Pedregosidad Superficial	Muy pedregoso
Pendiente	19%
Erosión	Muy ligera

Perfil		
Horizonte	Prof. (cm)	Descripción
AB	0 - 20	Franco limoso; color 7.5YR 4/2 pardo (S); estructura migajoso con bloque subangular; consistencia firme; reacción ligeramente ácida (pH 6.19); modificadores texturales piedras 10%; contenido de materia orgánica bajo (1.43%); raíces finas escasas; limite gradual al
Bw	20 - 50	Franco limoso; color 5YR 3/2 pardo rojizo oscuro (H); estructura bloque subangular y prismático; consistencia firme y friable; reacción ligeramente ácida (pH 6.28); modificadores texturales piedras 20%; contenido de materia orgánica bajo (0.72%); raíces medias y finas escasas; perfil retiene cierta humedad; limite gradual al
BC	50 +	Franco arcilloso; color 5YR 3/2 pardo rojizo oscuro (H); estructura bloque subangular y masivo; consistencia firme y friable; reacción neutra (pH 7.04); modificadores texturales piedras 20%; contenido de materia orgánica bajo (0.39%); raíces medias escasas.



SUELO PAYHUA (CALICATA PY-07)

Paisaje		
Calicata	PY-07	
Localidad	C.P. Ayauca	
Soil Taxonomy	Typic Haplustepts	
Coords UTM-wgs84	E 349492 N 8692728	
Altitud (msnm)	3214	
Vegetación	Potrero, gramíneas, arbustivas, cactáceas, arboles dispersos	
Material Parental	Residual, coluvial	
Fisiografía	Terraza antrópica en ladera de montaña alta	
Relieve	Plano, ondulado	
Drenaje	Bueno	
Pedregosidad Superficial	pedregoso	
Pendiente	29%	
Erosión	Muy ligera	



Perfil		
Horizonte	Prof. (cm)	Descripción
AB	0 - 20	Franco limoso; color 5YR 3/2 pardo rojizo oscuro (H); estructura granular esférica con bloque subangular; consistencia firme; reacción ligeramente alcalina (pH 7.9); modificadores texturales piedras 20%; contenido de materia orgánica bajo (1.95%); raíces finas, medias comunes; limite gradual al
Bw	20 - 55	Franco limoso; color 5YR 3/2 pardo rojizo oscuro (H); estructura bloque subangular y prismático; consistencia firme y friable; reacción moderadamente alcalina (pH 7.97); modificadores texturales piedras 20%; contenido de materia orgánica bajo (1.17%); raíces finas escasas; presencia de microfibras por hongos y algas; limite gradual al
BC	55 +	Franco arcilloso; color 5YR 3/2 pardo rojizo oscuro (H); estructura bloque subangular y masivo; consistencia firme; reacción ligeramente alcalina (pH 7.9); modificadores texturales piedras 20%; contenido de materia orgánica bajo (1.63%); raíces no presenta.



SUELO PACARÁN (CALICATA PY-08)

Paisaje		
Calicata	PY-08	
Localidad	Camino a C.P. Payhua	
Soil Taxonomy	Lithic Calciustepts	
Coords UTM-wgs84	E 348922 N 8691497	
Altitud (msnm)	3035	
Vegetación	Matorral arbustivo espinoso	
Material Parental	Residual	
Fisiografía	Terraza antrópica en abandono. Ladera de montaña	
Relieve	Ondulado, accidentado (antiguas terrazas)	
Drenaje	Moderado	
Pedregosidad Superficial	Extremadamente pedregoso	
Pendiente	28%	
Erosión	Ligera	

Perfil			
Horizonte	Prof. (cm)	Descripción	
AC	0 - 40	Franco limoso; color 5YR 4/2 gris rojizo oscuro (S); estructura granular esférica y grano simple; consistencia firme y friable; reacción ligeramente alcalina (pH 7.78); modificadores texturales piedras 20%, gravillas 20%; contenido de materia orgánica medio (2.47%); raíces finas escasas; limite abrupto al	
Ck	40 +	Franco arenoso; color 5YR 6/2 gris rosáceo (S); estructura grano simple; consistencia friable; reacción moderadamente alcalina (pH 8.14); modificadores texturales gravas, gravillas y piedras 60%; contenido de materia orgánica bajo (0.13%); raíces no presenta; presencia de carbonatos de calcio, fuerte reacción al HCl. (12% CaCO ₃)	

SUELO PAYHUA (CALICATA PY-09)

Paisaje			
Calicata	PY-09		
Localidad	Arcacochoa, Ayauca		
Soil Taxonomy	Typic Haplustepts		
Coords UTM-wgs84	E 349613 N 8691826		
Altitud (msnm)	2730		
Vegetación	Potrero en descanso, sin vegetación, cerco vivo molle y otros arboles		
Material Parental	Residual y transportado		
Fisiografía	Terraza en ladera de montaña alta		
Relieve	Plano, ondulado		
Drenaje	Bueno		
Pedregosidad Superficial	Ligeramente pedregoso		
Pendiente	4%		
Erosión	Ligera		
Perfil			
Horizonte	Prof. (cm)		Descripción
A	0 - 20		Franco limoso; color 5YR 4/2 gris rojizo oscuro; estructura granular esférica con bloque subangular; consistencia firme; reacción ligeramente alcalina (pH 7.74); modificadores texturales gravillas 20%; contenido de materia orgánica medio (2.93%); raíces medias, finas comunes; limite claro al
BC1	20 - 40		Franco limoso; color 5YR 3/2 pardo rojizo oscuro (H); estructura bloque subangular con prismático; consistencia firme y friable; reacción ligeramente alcalina (pH 7.86); modificadores texturales gravas 30%; contenido de materia orgánica bajo (1.76%); raíces medias, finas escasas; limite difuso al
BC2	40 +	Franco limoso; color 5YR 3/2 pardo rojizo oscuro (H); estructura prismático y masivo; consistencia firme; reacción ligeramente alcalina (pH 7.82); modificadores texturales gravillas 30%; contenido de materia orgánica bajo (0.65%); raíces finas escasas.	

SUELO PATIPUNCO (CALICATA PY-10)

Paisaje		
Calicata	PY-10	
Localidad	Patipunco	
Soil Taxonomy	Anthroportic Ustorthents	
Coords UTM-wgs84	E 348369 N 8693082	
Altitud (msnm)	3035	
Vegetación	Potrero en descanso, formación vegetal matorral de arbustivas y cactáceas	
Material Parental	Residual y transportado	
Fisiografía	Terraza antigua en ladera de montaña alta	
Relieve	Ondulado	
Drenaje	Algo rápido	
Pedregosidad Superficial	Extremadamente pedregoso	
Pendiente	24%	
Erosión	Muy ligera	

Perfil			
Horizonte	Prof. (cm)	Descripción	
A	0 - 20	Franco limoso; color 5YR 3/3 pardo rojizo oscuro; estructura migajoso; consistencia friable; reacción neutra (pH 7.2); modificadores texturales gravas 20%; contenido de materia orgánica alto (22.51%); raíces finas, medias comunes; limite abrupto al	
BC	20 - 55	Franco limoso; color 5YR 4/2 gris rojizo oscuro (S); estructura bloque subangular, medio, débil; consistencia friable; reacción ligeramente alcalina (pH 7.9); modificadores texturales gravas, rocas y bloques 50%; contenido de materia orgánica alto (4.36%); raíces finas, medias escasas.	
R	55 +	Contacto Lítico	