



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**CARACTERIZACIÓN, CLASIFICACIÓN Y ELABORACIÓN DE  
MONOLITOS DE SUELOS EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL  
AGRARIA ILLPA – INIA, REGIÓN PUNO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. DAVID JONATHAN MAMANI NINA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PUNO – PERÚ**

**2023**



NOMBRE DEL TRABAJO

**CARACTERIZACIÓN, CLASIFICACIÓN Y E  
LABORACIÓN DE MONOLITOS DE SUELO  
S EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGR  
A**

AUTOR

**DAVID JONATHAN MAMANI NINA**

RECUENTO DE PALABRAS

**17527 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**94712 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**99 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**2.5MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jul 21, 2023 8:04 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jul 21, 2023 8:06 AM GMT-5**

● **12% de similitud general**

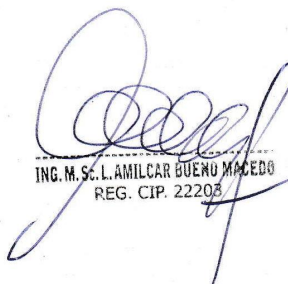
El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 12% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 5% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

  
Sandro Sardón Nina  
INGENIERO AGRÓNOMO  
CIP. 142077

  
ING. M. SC. L. AMILCAR BUENO MACEDO  
REG. CIP. 22203

Resumen



## DEDICATORIA

Con profundo cariño a la  
memoria de Kevin Mamani y Domingo  
Nina que desde el más allá cuidan de mí.

Con cariño a mis apreciados  
padres, Leandro Mamani Cutipa y  
Constantina Nina Cahuana, por haberme  
apoyado y haber estado siempre  
alentándome en todo momento a favor de  
mi formación personal y profesional.

Con mucho amor y cariño a mi  
hijo, Leonard Dilan por ser mi  
inspiración en mi formación profesional.

A mis hermanos: Alexander y  
Susana, por su aliento incondicional  
hasta hoy.

***David J. Mamani Nina***



## AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida y por brindarme la oportunidad de ser quien soy.

A la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias y a la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, por haberme brindado una formación profesional gracias a las enseñanzas de sus docentes por los conocimientos impartidos durante mi formación profesional.

A mi director de tesis M.Sc. Sandro Sardón Nina, por su acertada dirección, orientación y asesoramiento incondicional durante la ejecución hasta la culminación del presente proyecto de investigación.

A los miembros del jurado de tesis conformado por: M.Sc. Daniel Canaza Mamani, M.Sc. Juan Larico Vera y D.Sc. Juan Carlos Luna Quecaño por todo el apoyo brindado de cada uno de los miembros del jurado.

Al Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), proyecto Pro Suelos y Aguas, LABSAF, por facilitarme las instalaciones y brindarme su apoyo en la realización de las actividades de campo, laboratorio y de taller del presente proyecto de investigación.

A los ingenieros Jorge Canihua Rojas y Selima Salcedo Mayta, por su apoyo y orientación del presente proyecto de investigación.

A los compañeros investigadores Franklin Millward Aduviri Yucra y Richard Peley Moya Sucari por el apoyo incondicional en campo y trabajo de laboratorio.

Finalmente, a todas aquellas personas que directa e indirectamente me han apoyado durante la ejecución del proyecto de investigación.

*David J. Mamani Nina*



# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTO</b>	
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
<b>ÍNDICE DE ACRÓNIMOS</b>	
<b>RESUMEN .....</b>	<b>14</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1.1 OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>17</b>
<b>1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	
<b>2.1 ANTECEDENTES.....</b>	<b>19</b>
2.1.1 Desarrollo histórico de la clasificación de suelos en Perú.....	19
2.1.2 Desarrollo histórico de procedimientos para la colección y preservación de monolitos de suelo .....	22
2.1.3 Aspectos importantes en la elaboración y colección de monolitos de suelos .....	25
<b>2.2 MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>28</b>
2.2.1 Suelo .....	28
2.2.2 Sistemas de clasificación de suelos .....	28
2.2.3 Soil Taxonomy.....	28



2.2.4	Museo.....	31
2.2.5	Monolitos de suelos .....	32

### **CAPÍTULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

<b>3.1</b>	<b>LUGAR EXPERIMENTAL .....</b>	<b>33</b>
<b>3.2</b>	<b>MATERIALES Y EQUIPOS.....</b>	<b>35</b>
3.2.1	Materiales.....	35
3.2.2	Equipos .....	36
<b>3.3</b>	<b>METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>36</b>
3.3.1	Diseño experimental .....	36
3.3.2	Metodología para la caracterización de suelos .....	37
3.3.3	Metodología para la clasificación según Soil Taxonomy y WRB.....	37
3.3.4	Metodología para la elaboración de monolitos.....	38

### **CAPÍTULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

<b>4.1</b>	<b>CARACTERIZACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE SUELOS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA ILLPA – INIA.....</b>	<b>52</b>
4.1.1	Suelo de la Estación Experimental Agraria Illpa, Anexo Salcedo .....	52
4.1.2	Suelos de la Estación Experimental Agraria Illpa – Waru waru .....	53
4.1.3	Suelo de la Estación Experimental Agraria Illpa – Río .....	55
4.1.4	Suelo de la Sub Estación Experimental Agraria San Gabán .....	56
<b>4.2</b>	<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN EL SOIL TAXONOMY Y WRB, DE LA EEA – ILLPA. ....</b>	<b>58</b>
4.2.1	Clasificación natural de suelos según el Soil Taxonomy .....	58
4.2.2	Clasificación natural de suelos según la WRB .....	62



<b>4.3 ELABORACIÓN, MONOLITOS DE SUELOS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA ILLPA – INIA .....</b>	<b>66</b>
4.3.1 Suelo de la Estación Experimental Anexo Salcedo .....	66
4.3.2 Suelos de la Estación Experimental Illpa – Waru waru.....	67
4.3.3 Suelo de la Estación Experimental Illpa – Río .....	68
4.3.4 Suelo de la Sub Estación Experimental Agraria San Gabán .....	69
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>71</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>72</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>77</b>

**Área** : Ciencias agrícolas

**Tema** : Manejo y Conservación de Recursos de Agua y Suelo

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 26 de julio de 2023



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Ubicación mundial de tipos de museos, exposiciones y colecciones del suelo .....	27
<b>Figura 2.</b> Sistema taxonómico del USDA.....	30
<b>Figura 3.</b> Órdenes de suelo y su relación con el grado de evolución y fertilidad natural .....	30
<b>Figura 4.</b> Puntos de colección de monolitos de suelos .....	35
<b>Figura 5.</b> Caja de madera para la extracción del monolito (dimensiones).....	40
<b>Figura 6.</b> Ubicación, sitio de extracción del monolito en la E. E.A. – Illpa Anexo Salcedo .....	41
<b>Figura 7.</b> Descripción del perfil de suelo en la Sub Estación de San Gabán.....	42
<b>Figura 8.</b> Muestreo de suelos en la Sub Estación de San Gabán .....	42
<b>Figura 9.</b> Alisado de la cara del perfil en la E. E.A. – Illpa Anexo Salcedo .....	43
<b>Figura 10.</b> Fijado con tornillos, tapa del monolito.....	44
<b>Figura 11.</b> Eliminado del exceso de suelo en los monolitos de suelos .....	45
<b>Figura 12.</b> Transporte del monolito de suelo a la Estación Experimental Agraria Illpa	45
<b>Figura 13.</b> Realización de orificios con la ayuda de una rejilla.....	47
<b>Figura 14.</b> Aplicación de la solución de goma de carpintero con agua destilada .....	48
<b>Figura 15.</b> Secado del monolito de suelo ejerciendo presión con prensas.....	49
<b>Figura 16.</b> Eliminado del exceso de suelo .....	50
<b>Figura 17.</b> Exposición de los primeros monolitos de suelos .....	51
<b>Figura 18.</b> Paisaje del sitio de extracción del monolito del anexo Salcedo.....	86
<b>Figura 19.</b> Apertura de la calicata en el Anexo Salcedo .....	86
<b>Figura 20.</b> Preparación de las diluciones, fase de taller, Anexo Salcedo .....	87





<b>Figura 21.</b> Tallado final del monolito del Anexo Salcedo.....	87
<b>Figura 22.</b> Apertura de la calicata para extracción monolito Rio Illpa.....	88
<b>Figura 23.</b> Tallado final del monolito Río Illpa.....	88
<b>Figura 24.</b> Acabado final del monolito de Río Illpa .....	89
<b>Figura 25.</b> Apertura de la calicata y lectura del perfil, monolito Illpa - Waru Waru.....	89
<b>Figura 26.</b> Columna de suelo extraída listo para ser trasladado, monolito Illpa - Waru Waru.....	90
<b>Figura 27.</b> Colocado de yute, fase taller, impregnación, monolito Illpa - Waru Waru .	90
<b>Figura 28.</b> Fase de taller prensado ala madera de soporte, monolito Illpa - Waru Waru .....	91
<b>Figura 29.</b> Acabado final de monolito Illpa – Waru Waru .....	91
<b>Figura 30.</b> Paisaje de la Sub Estación Experimental Agraria San Gabán.....	92
<b>Figura 31.</b> Apertura y lectura del perfil de la calicata, San Gabán .....	92
<b>Figura 32.</b> Perfil de suelo de la Sub Estación Experimental Agraria San Gabán .....	93
<b>Figura 33.</b> Tallado de la columna de suelo para extracción .....	93
<b>Figura 34.</b> Extracción del monolito de suelo .....	94
<b>Figura 35.</b> Fase de campo extracción de monolitos, San Gabán .....	94
<b>Figura 36.</b> Realización de agujeros con punzón y rejilla de plástico, monolito San Gabán .....	95
<b>Figura 37.</b> Tallado final de la cara externa, monolito San Gabán .....	95
<b>Figura 38.</b> Trabajo final etapa de taller monolito San Gabán .....	96
<b>Figura 39.</b> Trabajo final de montaje y exposición de monolitos .....	96



## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Metodologías para Caracterización .....	37
<b>Tabla 2.</b> Solución de goma de carpintero con agua destilada según Stalin Torres .....	47
<b>Tabla 3.</b> Textura y propiedades físicas de suelo de la E.E.A - ILLPA Anexo Salcedo. 52	
<b>Tabla 4.</b> Propiedades químicas y fisicoquímicas de suelo de la E.E.A - ILLPA. Anexo Salcedo.....	53
<b>Tabla 5.</b> Propiedades de sorción de suelo de la E.E.A - ILLPA Anexo Salcedo.....	53
<b>Tabla 6.</b> Textura y propiedades físicas de suelos de la E.E.A, Illpa – Waru waru .....	54
<b>Tabla 7.</b> Propiedades químicas y fisicoquímicas de suelos de la E.E.A. Illpa – Waru waru .....	54
<b>Tabla 8.</b> Propiedades de sorción de suelos de la E.E.A Illpa – Waru waru .....	54
<b>Tabla 9.</b> Textura y propiedades físicas de suelo de la E.E.A Illpa – Río.....	55
<b>Tabla 10.</b> Propiedades químicas y fisicoquímicas de suelo de la E.E.A Illpa – Río .....	56
<b>Tabla 11.</b> Propiedades de sorción de suelo de la Estación Experimental Agraria - Illpa – Río.....	56
<b>Tabla 12.</b> Textura y propiedades físicas de suelo de la Sub E. E. Agraria San Gabán..	57
<b>Tabla 13.</b> Propiedades químicas y fisicoquímicas de suelo de la Sub E. E. Agraria San Gabán .....	57
<b>Tabla 14.</b> Propiedades de sorción de suelo de la Sub E. E. Agraria San Gabán.....	58
<b>Tabla 15.</b> Clasificación natural de suelos según el Soil Taxonomy .....	58
<b>Tabla 16.</b> Clasificación natural de suelos según la WRB .....	62
<b>Tabla 17.</b> Claves para los GSR y lista de calificadores principales y suplementarios, para Phaeozem. ....	64



**Tabla 18.** Claves para los GSR y lista de calificadores principales y suplementarios, para

Cambisol..... 64



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

$Al^{3+} + H^{+}$	: Aluminio + Hidrógeno
$Ca^{2+}$	: Calcio
$CaCO_3$	: Carbonato de calcio
CE	: Conductividad Eléctrica
CIC	: Capacidad de Intercambio Catiónico
CIRS	: Centro de Información y Referencia de Suelos
CISP	: Centro de Interpretación de Suelos del Pirineo
CORPUNO	: Corporación de Desarrollo y Promoción Social y Económica del Departamento de Puno
CRISAP	: Centro de Referencia e Información de Suelos de la Amazonia Peruana
Da	: Densidad Aparente
DERNCC	: Dirección de Evaluación de Recursos Naturales y Cambio Climático
DGAAA	: Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios
EEA	: Estación Experimental Agraria
FAO	: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
GPS	: Sistema de Posicionamiento Global
GSR	: Grupos de Suelos de Referencia
INIA	: Instituto Nacional de Investigación Agraria
INRENA	: Instituto Nacional de Recursos Naturales
ISRIC	: Internacional Soil Reference and Information Centre
$K^{+}$	: Potasio
LABSAF	: Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare
$Mg^{2+}$	: Magnesio
MIDAGRI	: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego
MINAG	: Ministerio de Agricultura
MON	: Monolito



Na <sup>+</sup>	: Sodio
ONERN	: Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales
P	: Fósforo
pH	: Potencial de Hidrógeno
SB	: Saturación de Bases
SCIPA	: Servicio Cooperativo Interamericano de Producción de Alimentos
UNA	: Universidad Nacional del Altiplano
UNAP	: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana
USDA	: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
UTM	: Universal Transverse Mercator
WRB	: Base Referencial Mundial



## RESUMEN

Los monolitos de suelo ofrecen al observador características morfológicas en condición natural. El presente trabajo de investigación se realizó en la Estación Experimental Agraria – Illpa en los Anexos Salcedo, Illpa y San Gabán. Los objetivos específicos fueron: 1) Caracterizar los diferentes tipos de suelo de la Estación Experimental Agraria – Illpa, 2) Clasificar los suelos según Soil Taxonomy y WRB, 3) Elaborar Monolitos de Suelo de la Estación Experimental Agraria – Illpa. Los resultados de caracterización, clasificación y elaboración fueron: En el suelo Salcedo, presentó un desarrollo pedogenético ligero por el horizonte Bw, presenta  $\text{CaCO}_3$  en los tres primeros horizontes, además, tiene el epipedón mollic y fue clasificado como orden Mollisol según Soil Taxonomy y según la WRB se clasificó como Phaeozem. El suelo Illpa – Waru Waru, presenta ligero desarrollo pedogenético, además, tiene el epipedón mollic, también, presenta una textura arcillosa hasta los 68 cm, que está sobre un depósito aluvial y fue clasificado como orden Mollisol según Soil Taxonomy y según la WRB se clasificó como Phaeozem. Mientras que el suelo Illpa - Río, presenta ligero desarrollo pedogenético, también, presenta una discontinuidad litológica y es clasificado como orden Inceptisol según Soil Taxonomy, según WRB se clasificó como Cambisol. El Suelo San Gabán, presenta ligero desarrollo pedogenético, con bajo porcentaje de saturación de bases y es clasificado como orden Inceptisol según Soil Taxonomy y según WRB se clasificó como Cambisol. Finalmente, se impregnó los cuatro monolitos con goma de carpintero y su presentación está en un soporte a base del material de melanina.

**Palabras Clave:** Clasificación, Desarrollo pedogenético, Soil Taxonomy, WRB.



## ABSTRACT

Soil monoliths offer the observer morphological characteristics in their natural condition. This research work was carried out at the Agrarian Experimental Station - Illpa in the Salcedo, Illpa and San Gaban Annexes. The specific objectives were: 1) Characterize the different types of soil of the Agrarian Experimental Station - Illpa, 2) Classify the soils according to Soil Taxonomy and WRB, 3) Elaborate Soil Monoliths of the Agrarian Experimental Station - Illpa. The characterization, classification and elaboration results were: In the Salcedo soil, it presented a slight pedogenetic development through the Bw horizon, it presents  $\text{CaCO}_3$  in the first three horizons, it also has the mollic epipedon and was classified as the Mollisol order according to Soil Taxonomy and according to the WRB was classified as Phaeozem. The Illpa - Waru Waru soil presents slight pedogenetic development, in addition, it has a mollic epipedon, it also presents a clayey texture up to 68 cm, which is on an alluvial deposit and was classified as the Mollisol order according to Soil Taxonomy and according to the WRB it is classified as Phaeozem. While the Illpa - Rio soil presents slight pedogenetic development, it also presents a lithological discontinuity and is classified as Inceptisol order according to Soil Taxonomy, according to WRB it was classified as Cambisol. The San Gaban Soil presents slight pedogenetic development, with a low percentage of base saturation and is classified as Inceptisol order according to Soil Taxonomy and according to WRB it was classified as Cambisol. Finally, the four monoliths were impregnated with carpenter's gum and are presented on a support made of melanin material.

**Keywords:** Classification, Pedogenetic development, Soil Taxonomy, WRB.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

Los objetivos de la clasificación de suelos es establecer jerarquías o categorización que den a conocer la relación entre los suelos, factores formadores y procesos pedogenéticos, además, proporcionar un medio de comunicación a nivel mundial en el área de la Ciencia del Suelo (Survey Staff, 1999). Asimismo, la clasificación nos ayuda a abstraer conocimientos y principios de la experiencia cotidiana para establecer diferencias y similitudes entre los suelos (Buol et al., 2011).

Según Buol et al., (2011), hace mención a los principios que guían los sistemas de clasificación de suelos como son: el principio de economía, que es proporcionar la máxima información con el menor esfuerzo para reducir las diferencias entre los suelos que se clasifique a proporciones útiles y viables. Seguida, del principio de estructura, que deben ser ordenados para facilitar el entendimiento y el procesamiento de información de suelos.

La finalidad de la clasificación es: organizar los conocimientos, descartar y entender los diferentes suelos, recordar las propiedades del suelo, establecer subdivisiones de los suelos estudiados, de manera útil con el propósito de predecir los procesos pedogenéticos, identificar sus mejores usos, estimar su productividad, extrapolar resultados de investigación de suelos (Buol et al., 2011).

Los sistemas de clasificación de suelos más utilizados a nivel mundial son: la Clasificación de Suelos de Estados Unidos como es la Taxonomía de suelos, Soil Taxonomy (en inglés), dicha clasificación hace hincapié a los taxones, cuyas características de diferenciación son las propiedades diagnósticas de los suelos (epipedones y endopedones), que incluye los regímenes de temperatura y humedad, y no





incluye la génesis de suelos (Buol et al., 2011). Seguida de la clasificación de la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo, en inglés World Reference Base for Soil Resources – WRB, cuyos esfuerzos son realizados por la Unión Internacional de Ciencias del Suelo. La clasificación WRB son basadas en horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico, incluye la génesis de suelos (IUSS, 2022).

Con la elaboración de monolitos de suelos, permitirá de ayuda visual para el estudio, clasificación y correlación de los mismos de un determinado territorio, así como un material de enseñanza a profesionales en diferentes disciplinas y estudiantes a nivel pregrado y posgrado (Torres et al., 2003). Además, ofrecer al público los suelos en su condición natural, es decir, permite exhibir detalles relacionados con características como: estructura, color, actividad biológica, raíces, espesor y distribución de horizontes o capas entre otros.

La finalidad del trabajo de investigación es caracterizar, clasificar y coleccionar monolitos de suelos de la Estación Experimental Agraria Illpa – INIA para mostrar su descripción y tener la clasificación según la Taxonomía de Suelos y la Base Referencial Mundial; lo que permitirá mostrar información de manera acertada, para lo cual, se tiene los siguientes objetivos:

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Caracterizar, clasificar los suelos y elaborar monolitos de suelo de la Estación Experimental Agraria Illpa - INIA.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar los diferentes tipos de suelos de la Estación Experimental Agraria Illpa – INIA
- Clasificar los suelos según Soil Taxonomy y la WRB



– Elaborar monolitos de suelos de la Estación Experimental Agraria Illpa – INIA



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 ANTECEDENTES

##### 2.1.1 Desarrollo histórico de la clasificación de suelos en Perú

Según Zamora (1972), los estudios de agrología en el Perú, se remontan al año 1920, a nivel exploratorio y en base a ciertas características edáficas; que fueron efectuadas en la costa peruana con fines de irrigación.

En los años 1945 a 1947 se inició trabajos de clasificación y mapeo de suelos ajustados a las normas del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos, además las metodologías para el levantamiento de suelos se consideraron normas de la corriente europea.

En 1950, se realizó estudios de suelos en la región de la Selva Alta y llanura amazónica, con la descripción morfológica y selección de perfiles modales. Posterior a ello, en 1953, se realizó la publicación del mapa de suelos del Perú, cuya clasificación se muestran a grandes grupos edáficos en base al sistema americano.

Entre los años 1956 y 1957, el Servicio Cooperativo Interamericano de Producción de Alimentos SCIPA junto al Programa de Asistencia Técnica de los Estados Unidos, realizan el estudio de suelos más importante titulado “Mapeo y Clasificación Semidetallada de los Suelos del Valle del Mantaro”, cuya clasificación fue a nivel de serie de suelos (Zamora, 1972). Paralelamente, el Departamento de Suelos, realizó estudios de suelos en las regiones de costa, sierra y selva como son: irrigación de San Lorenzo, Ríos de Madre de Dios y Apurímac, zonas representativas de la sierra y en departamento de San Martín. Eso permitió adquirir información considerable de suelos, de esta manera se elaboró el Mapa de Suelos del Sur del Perú (primera aproximación). Posterior a ello, en



1962, se publica el Mapa de Suelos del Perú (segunda aproximación) elaborado por la Universidad Nacional Agraria La Molina - UNALM.

En 1962, se creó el Departamento de Suelos de la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales ONERN, e inició sus actividades para encontrar zonas para el desarrollo y colonización en la región de selva húmeda y al estudio sistemático de los suelos de la selva alta (Zamora, 1972). Los estudios de suelos se realizaron a nivel de reconocimiento, cuya unidad cartográfica de mapeo fue la asociación de suelos, además se empleó fotografías aéreas, litología y formas de tierra para el reconocimiento de áreas de acceso limitado, este estudio cubrió una superficie aproximada de 7 millones de hectáreas. Así mismo, en esta década del 60, se estudiaron las zonas del Río Alto – Madre de Dios; Perené – Satipo – Ene; Tingo María – Tocache; Tambo; Río Camisea; Pachitea; Pichis – Palcazu; Yurimaguas, Alto y Bajo Mayo; Chiriyacu – Nieva; Río Santiago.

En el periodo de 1963 a 1965, la ONERN, la Corporación de Desarrollo y el área de Promoción Social y Económica del Departamento de Puno CORPUNO suscriben el convenio de cooperación con el Instituto Nacional de Planificación para realizar el estudio de suelos del Sector de Prioridad I, desde la orilla del Lago Titicaca hasta la divisoria de La Raya, donde se han delimitado 22 asociaciones de suelos y 20 series de suelos a nivel de reconocimiento (ONERN & CORPUNO, 1965).

En 1967, se realizó la primera correlación de suelo de todo el país, con la intervención de expertos nacionales y extranjeros, en Perú participaron los ingenieros Zamora y Echenique, de parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO los profesionales Dual y Beek (Zamora, 1972). Los expertos prepararon el mapa de Suelos de América del Sur a escala de 1:1'000000, que sirvió para la planificación del territorio.



En 1968, la ONERN inicia los estudios en los valles de la costa con fines de irrigación para la evaluación de salinidad de suelos.

La ONERN hasta el año 1991, realizó estudios de suelos con propósitos de riego y de clasificación de tierras según su capacidad de uso. También, realizó estudios de carácter detallado para planes de parcelación o titulación de tierras y valorización. En general, la mayoría de los estudios fueron multidisciplinario o integrados llamados “Inventario y Evaluación de los recursos Naturales” que comprendía estudios de: geología, fisiografía, climatología, ecología, forestales, pastos naturales altoandinos, suelos, Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor, uso actual de la tierra, recursos hídricos entre otros. Los criterios de clasificación de suelos se siguieron la “Soil Taxonomy” o Taxonomía de Suelos con su equivalente en el sistema FAO. Posterior a ello, algunos departamentos u áreas de la ONERN pasan al Instituto Nacional de Recursos Naturales INRENA.

En el periodo 1992 a 2008, el INRENA, un organismo público descentralizado del Ministerio de Agricultura MINAG, a través de la Oficina de Evaluación e Información de Recursos Naturales, tuvo como objetivo de realizar estudios a la gestión integral de los recursos hídricos, los estudios comprendían: clima, geología, fisiografía, recursos hídricos, suelos, Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor y aspectos socioeconómicos, a nivel de reconocimiento, semidetallado y detallado. Los criterios de Clasificación de suelos se realizaron según la “Soil Taxnomy”.

Actualmente, en el país, el organismo oficial responsable en la ejecución y clasificación de suelos es la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios DGAAA, cuya oficina es la Dirección de Evaluación de Recursos Naturales y Cambio



Climático DERNCC, que fue creada a finales del año 2008, perteneciente al Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego MIDAGRI.

### **2.1.2 Desarrollo histórico de procedimientos para la colección y preservación de monolitos de suelo**

Según Van Baren & Bommer (1979), menciona que los primeros monolitos de suelo se colectaron en Rusia a finales del siglo XIX y fueron presentados en Chicago 1893-1894, de esta manera se introdujo el método de colección y preservación de suelos en los EEUU, que consistía la colecta en una caja de hierro con bordes agudos para el perfil de suelo. Posterior a ello, en 1902 se inaugura el primer museo de suelos en San Petersburgo – Rusia llamado el Museo Central de Suelos de Dokuchaev, constituido por Vasili Dokuchaev quien fue el padre de la Ciencia del Suelo (Aparin et al., 2007; Richer-de-Forges et al., 2021).

Seguidamente, se desarrolló el Primer Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo, desarrollado en Washington en 1927, donde fue exhibido 18 monolitos de suelo provenientes de la República de Latvia, en la colección se utilizaron cajas de madera (Van Baren & Bommer, 1979).

En 1928, Miklaszewski escribió acerca de la colección de monolitos en el Museo Agrícola de Varsovia, Polonia, donde había probado varios métodos de preservación y concluía que el uso de cajas de madera de 1 a 2 m de longitud ayudaba en la extracción de monolitos de suelo y a la vez fueron fáciles de transportar y exhibir (Van Baren & Bommer, 1979).

Durante los 50 años de existencia de los métodos de colección de monolitos, no se hizo mención de las técnicas de preservación, probablemente en ese entonces, se utilizó



varios agentes impregnantes que no conservaba bien, también, indican que al principio se utilizó una solución con azúcar (Van Baren & Bomer, 1979).

En 1928, se introducen los métodos de preservación de perfiles de suelos, donde se menciona el uso de cartón grueso con la respectiva solución, este método era para suelos con textura arenosa (Van Baren & Bomer, 1979).

En 1929, Polynov y colaboradores que fueron parte del Instituto de Ciencia del Suelo publicaron un folleto de “Instrucción para la colección de monolitos y muestras de suelos para investigaciones de laboratorio” (Van Baren & Bomer, 1979).

Después, se hace mención al uso generalizado de lacas a base de nitro-celulosa. Para suelos orgánicos se utilizó por inmersión de un polímero de peso molecular bajo o de glicol polietileno (Van Baren & Bomer, 1979).

Desde 1966, el Museo Internacional de Suelos usa lacas en la elaboración de monolitos de suelo que es a base de nitrocelulosa y un poli-metilmacrylato para la preservación, además en su guía incluye detalles sobre la descripción de perfiles de suelos, su ubicación, tomas de fotografías del perfil y del paisaje, además, hace referencia a los análisis a realizar como: análisis físico, químico, mineralógico y de micromorfología, reporte de la litología, cobertura vegetal, uso de la tierra y el clima, todo esto fue plasmado en un folleto cuyo título es “Procedimiento para la colección de suelos para el Museo Internacional de Suelos” impreso en 1972 (Van Baren & Bomer, 1979).

En 1979, el Museo Internacional de Suelo en Wageningen, Países Bajos hace la publicación del manual de “Procedimientos para la Colección y Preservación de Perfiles de Suelo”, para la impregnación de monolitos de suelo utilizando laca de nitrocelulosa con diluyente y una resina disuelta en solventes orgánicos “thiner”.



En 1992, el Instituto Nacional de Recursos Naturales INRENA y la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana UNAP, a través del Centro de Referencia e Información de Suelos de la Amazonia Peruana CRISAP, Perú, realizan un Convenio de Trabajo Cooperativo con el Internacional Soil Reference and Information Centre ISRIC de Wageningen, Países Bajos. Desde ese entonces, inician con la elaboración de monolitos de suelo utilizando laca de nitrocelulosa y resina para la impregnación y su conservación. El CRISAP cuenta con 21 monolitos de suelo que fueron extraídos de distintos lugares de la Amazonia peruana (Castañeda, 2014).

El CRISAP es catalogado como museo, dedicado específicamente a los suelos, también el INRENA realizó 28 monolitos de suelo, actualmente dichos monolitos se encuentran en el Museo de monolitos del Departamento de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina y cuenta con 21 monolitos en exhibición y es catalogado como colecciones accesibles con cita previa (Richer-de-Forges et al. (2021).

La metodología usada en la impregnación y preservación de monolitos de suelo desarrollada por el Museo Internacional de Suelo ISRIC, presenta limitaciones en relación a costos, riesgos de salud y el tiempo de preparación de monolitos (Torres et al., 2003a). Es por ello, el Centro de Información y Referencia de Suelos (CIRS) del Instituto de Edafología de la Facultad de Agronomía en Venezuela, hicieron pruebas como el uso de almidón y harina de maíz, finalmente aprobaron el uso de goma blanca o goma de carpintero o acetato de polyvinil. Las ventajas de la goma es la rapidez para el secado al aire, además, el monolito tiene una dureza al secarse, también, tiene la capacidad de mezclarse con agua y su costo es bajo (Torres et al., 2003a).





En 2020, el M.Sc. Sandro Sardón Nina, docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, inicia con la elaboración y colección de monolitos de suelo en base a la propuesta de Stalin Torres, utilizando goma de carpintero y hace algunas mejoras en la extracción de los perfiles de suelos básicamente en materiales volcánicos (tobas) o materiales duros, actualmente, este trabajo se viene desarrollando con el apoyo de varias instituciones nacionales y extranjeras.

### **2.1.3 Aspectos importantes en la elaboración y colección de monolitos de suelos**

Según Stoof et al. (2019), en su investigación realizada, crea la piel de suelo asegurado en una madera para la exhibición de perfiles de suelos que tiene un potencial de conservación que los antiguos métodos, dicha metodología es utilizada para la impregnación de suelos de una variedad de contenidos de humedad y textura gruesa, el adhesivo utilizado es de contacto flexible que no requiere la mezcla de productos químicos tóxicos y pueden encontrarse en tiendas comerciales.

Stalin et al. (2007), plantea la creación de Centros de Información y Referencia de Suelos con la finalidad de contribuir con el inventario y correlación de suelos, ya sea con la exposición de monolitos de suelo que ofrecen en la descripción morfológica, así también, en los resultados de análisis físico – químico y características generales del territorio.

Sánchez, (2005), muestra la colección de monolitos de suelos que se encuentran en el Museo Nacional de Suelos de Colombia. Los más de 79 monolitos de suelo fueron coleccionados de seis regiones del territorio nacional, que difieren por condiciones del clima, vegetación, materiales litológicos y relieves, estas regiones son: región de la Amazonía, región Andina, depresiones Interandinas, región Caribe, región Insular, región



del Pacífico y de la región de la Orinoquia. La colección en Colombia se remonta desde el año 1973 con la colección de cuatro (4) monolitos.

Solà & Soldevila, (2019), indican que el Centro de Interpretación de Suelos del Pirineo CISP, desarrolla actividades de conocimiento del suelo a los estudiantes de secundaria, con el uso de monolitos de suelo que da a conocer sobre la ciencia del suelo de manera original, a la vez dichas exposiciones son motivadoras para los estudiantes. Además, la CISP ofrece el estudio del perfil de suelo en campo con la finalidad de que los estudiantes muestren sus destrezas.

Bell, (2008), sugiere que los museos de ciencia recopilen datos sobre lo que piensa la gente, para mejorar en el uso de las tecnologías modernas, para que las presentaciones sean interactivas con un enfoque de participación.

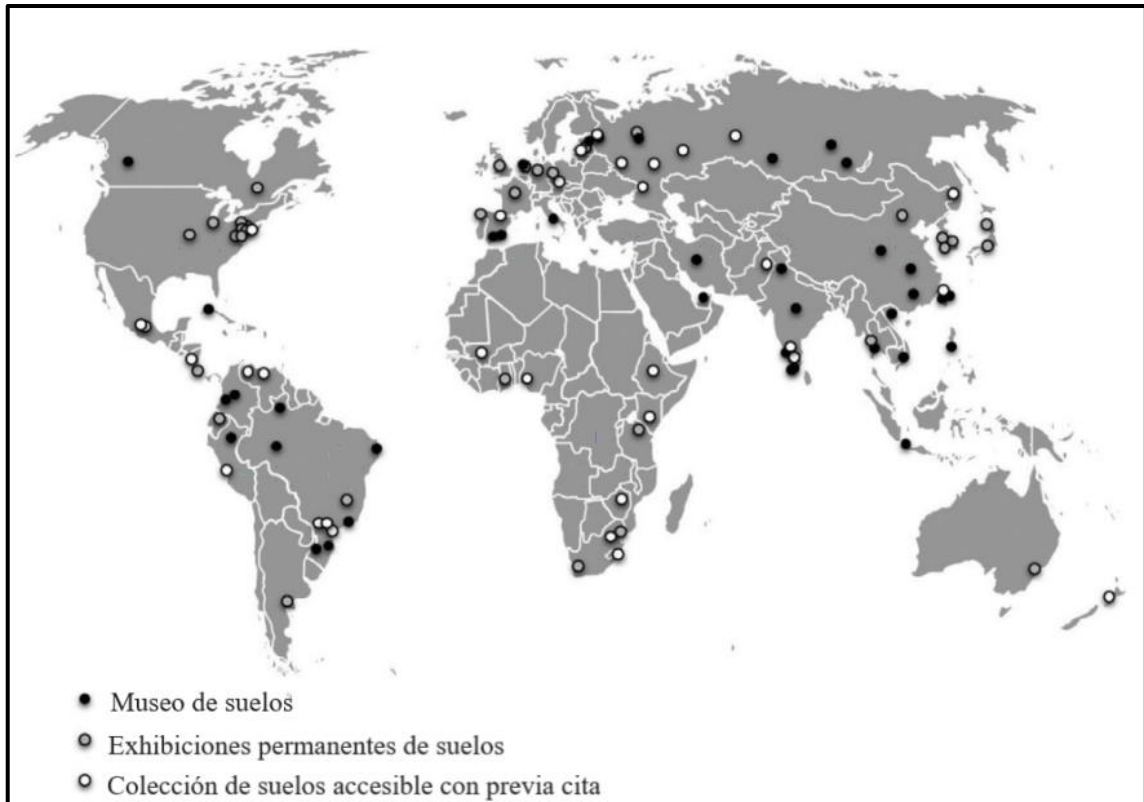
Castañeda, (2014), diseña e implementa un museo virtual de suelos de la Amazonia peruana con la colección de 21 monolitos de suelo que se encuentra en el Centro de Referencia e Información de Suelos de la Amazonia Peruana CRISAP, en su interfaz muestra la descripción del perfil, localización y el clima.

Richer-de-Forges et al, (2021), sintetizan la información relativa de los museos dedicados únicamente a los suelos o que contienen una exposición permanente sobre suelos. De esta manera identificaron 38 museos de suelo específicamente dedicados a los suelos, 34 para exhibiciones permanentes de suelos y 32 para colecciones sobre suelos a las que se puede acceder con cita previa (Figura 1). También, evaluaron el crecimiento del número de museos desde principios del siglo XX, su distribución geográfica, sus contenidos y su asistencia. Además, mencionan que el número de museos ha ido en continuo crecimiento desde principios del siglo XX y existe un aumento notable de 2015 a 2019 en Europa (en un sentido geográfico), Asia oriental y sur oriental que tienen la

mayor concentración de museos del suelo y exposiciones permanentes relacionadas con los suelos.

**Figura 1.**

*Ubicación mundial de tipos de museos, exposiciones y colecciones del suelo. (Richer-de-Forges et al., 2021)*



Más Martínez et al, (2021), reflexiona sobre la importancia de la ciencia del suelo, dando a conocer los suelos representativos de Cuba mediante la colección de 23 monolitos en el Centro de Información y Referencia de Suelos de Cuba. Además, la colección muestra los principales procesos pedogenéticos como ferralitización, gleyzación, humificación y vertisolación, la información es brindada a estudiantes, investigadores y público en general.



## **2.2 MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1 Suelo**

En la investigación realizada por Sardón Nina et al, (2021), hace mención que el suelo es producto de los “factores de formación” y es expresado como un cuerpo natural, que tienen una génesis, definida por los cinco factores formadores como son: clima, organismos, relieve, material parental y el tiempo, dichos factores desencadenan los procesos pedogenéticos y como resultado se tienen a la morfología, propiedades físicas, químicas y bio-orgánicas del suelo.

### **2.2.2 Sistemas de clasificación de suelos**

La clasificación de suelos es antigua como la agricultura (Schaetzel & Thompson, 2015). La necesidad de la clasificación se veía en las culturas antiguas como la Antigua China para hacer el pago de impuestos de las tierras (Porta et al., 2014).

El sistema de clasificación de suelos agrupa los suelos en categorías jerárquicas según sus propiedades y comportamiento, con la finalidad de ordenar conocimientos científicos, mostrando un lenguaje que facilite la divulgación de investigaciones (Porta et al, 2014) y como unidad básica de clasificación es el pedón (Schaetzel & Thompson, 2015).

### **2.2.3 Soil Taxonomy**

El Soil Taxonomy o Taxonomía de Suelos es completamente nuevo en diseño y nomenclatura y está en constante evolución (Buol et al., 2011). Para la clasificación de suelos se usa los horizontes de diagnóstico y otras propiedades de suelos, esta clasificación fue desarrollado a comienzos del año 1950 en los Estados Unidos.



### 2.2.3.1 Estructura del sistema

Este sistema presenta seis categorías, cuya jerarquía de mayor a menor son: orden, suborden, gran grupo, subgrupo, familia y serie de suelos (Soil Survery Staff, 2022; 1999).

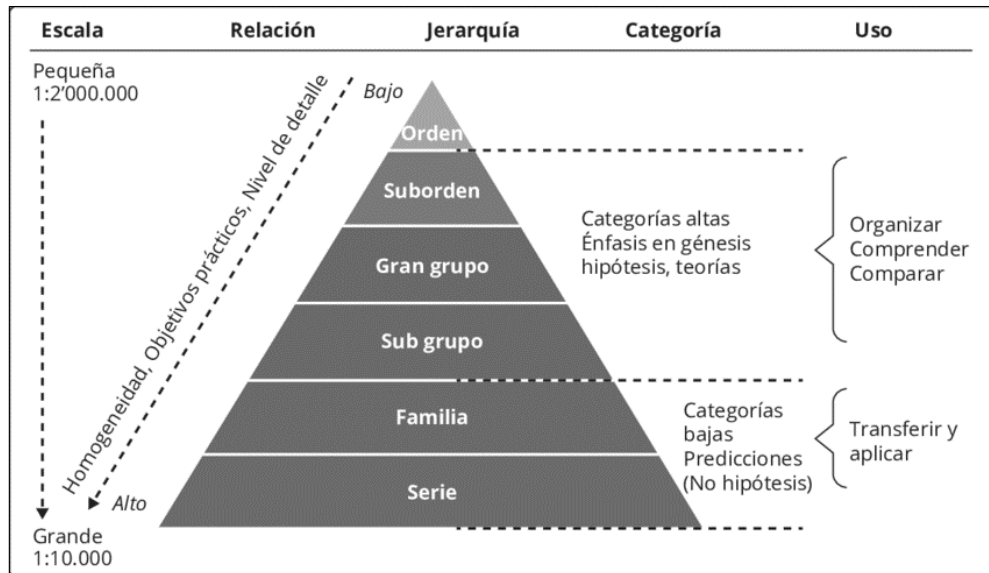
- Orden; con 12 subcategorías que agrupan a suelos con presencia o ausencia de horizontes de diagnóstico como son: epipedón y endopedón o por el grado de desarrollo genético, (Alfisol, Andisol, Aridisol, Entisol, Espodosol, Gelisol, Histisol, Inceptisol, Molisol, Oxisol, Ultisol y Vertisol)
- Suborden; con 63 subcategorías que se agrupan por la presencia o ausencia de regímenes de temperatura y humedad, material parental y grado de descomposición de la materia orgánica en casos de que los suelos se desarrollen a partir de materiales orgánicos.
- Gran Grupo; con 319 subcategorías que agrupan a la similitud de grado de expresión de los horizontes, regímenes, presencia o ausencia de capas de diagnóstico y niveles de saturación de bases.
- Subgrupo; con 2 484 subcategorías que define una serie de propiedades para denominar el concepto central.
- Familia y Serie, con más de 5 000 subcategorías cada una estable diferentes características diagnósticas como tamaño de partículas, mineralogía, actividad de intercambio catiónico, reacción del suelo y presencia de carbonatos, régimen de temperatura, profundidad del suelo, resistencia a la ruptura, recubrimiento de arenas y grietas.

Lince S. & Sadeghian K, (2021), indican que la categoría más general es el Orden y la más detallada es la Serie (Figura. 2), por lo cual, las recomendaciones de manejo dadas a partir de taxonomías más completas y precisas son las de la Serie y las menos

precisas las de Orden, estas últimas llegan a ser muy útiles para conocer propiedades generales de los suelos, entre ellas el grado de evolución y la fertilidad natural (Fig. 3).

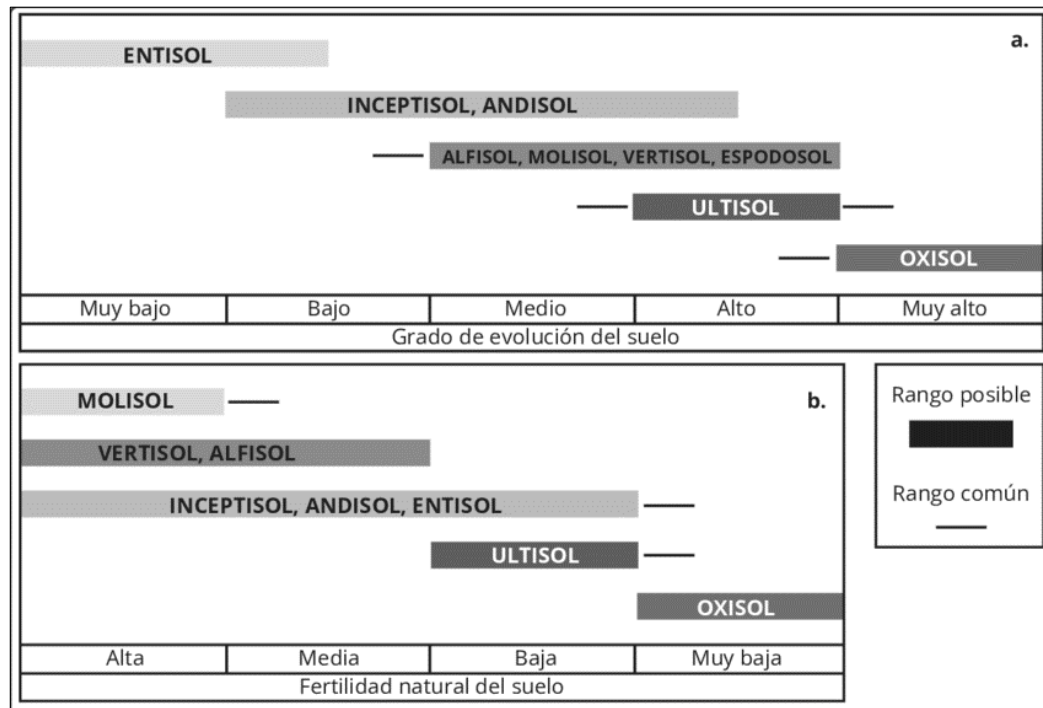
**Figura 2.**

*Sistema taxonómico USDA. (Jaramillo et al., 1994)*



**Figura 3.**

*Órdenes de suelo y su relación con el grado de evolución y fertilidad natural (Jaramillo et al., 1994)*





### **2.2.3.2 Base Referencial Mundial de Recursos de Suelos**

La clasificación Base Referencial Mundial del Recurso suelos en inglés World Reference Base for Soil Resources – WRB, toma un enfoque amplio para nombrar cualquier objeto de la zona superficial de la corteza terrestre (IUSS, 2022). La ventaja es que permite que las condiciones ambientales se tomen en cuenta de manera integral y sistemática. El principio básico de la WRB es la utilización de las características de diagnóstico del suelo relacionados a los procesos pedogenéticos del suelo y las características de diagnóstico para el manejo de suelos (Buol et al., 2011).

El sistema de clasificación de la WRB consta de dos niveles: 1) el primer nivel tiene 32 Grupos de Suelos de Referencia (GSR); 2) el segundo nivel, consiste en el nombre de GSR combinado con los calificativos principales y complementarios (IUSS, 2022). Los horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico están coordinados con el Soil Taxonomy. Sin embargo, cuando se realiza la correlación con el Soil Taxonomy, no es posible, porque los regímenes de humedad del suelo no se consideran en la WRB (Buol et al., 2011)

### **2.2.4 Museo**

Richer-de-Forges et al., (2021), un museo se define como una institución, donde se recopilan y clasifican colecciones de interés histórico, técnico, científico y artístico para su conservación y presentación al público con la finalidad de promover ciencia o cultura para educar al público y comunicar las colecciones. Por lo tanto, el museo de suelos, son exposiciones y colecciones de suelos de un distrito, municipio, provincia, departamento, país o de todo el mundo y que ofrecen al público como ayuda visual para la enseñanza en la Ciencia del Suelo.



### 2.2.5 Monolitos de suelos

Los monolitos de suelos es una porción representativa de suelo que se extrae en campo sin perturbar su morfología, que fue endurecido para su preservación y representan una herramienta para ofrecer al público detalles de la morfología, tales como horizontes o capas, profundidad, color, textura, estructura, actividad biológica, distribución de raíces, procesos pedogenéticos entre otros (Lladós et al., 2017; Torres et al., 2003)

(Más Martínez et al., 2021), indican que las columnas de suelos denominadas monolitos, y los resultados de análisis físicos, químicos, biológicos, mineralógicos y otros, procedentes de muestras obtenidas de los sitios de extracción y la descripción morfológica de los perfiles, pueden ayudar en la toma de decisiones sobre la utilización y mantenimiento de los suelos, pero también para la comprensión y aprendizaje de los fenómenos naturales que le dieron origen.

La información anexa que acompaña al monolito permite enterarse de la localización, tipo de paisaje, condiciones climáticas, relieve, geología, así como propiedades físicas, químicas y mineralógicas, además, la clasificación taxonómica, uso actual de la tierra y principales limitaciones y potencialidades de uso. La preservación de muestras naturales de perfiles de suelos con la menor cantidad de cambios que alteren su condición natural, y que, además, se puedan conservar sus características por períodos largos de tiempo (Wright, 1971).





## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 LUGAR EXPERIMENTAL

Para la colección de monolitos de suelos, se tomó suelos representativos de la Estación Experimental Agraria Illpa – INIA, ubicadas en las provincias de Puno y Carabaya (Figura 4), con respecto a los datos de precipitación y temperatura son datos obtenidos por (SENAMHI, 2021).

1) Primer monolito de suelo, ubicado en la Estación Experimental Salcedo, distrito, provincia y departamento de Puno (región sierra).

Altitud	: 3844 m.s.n.m
Latitud Sur	: 15°52'28.6968"
Longitud Oeste	: 70°00'03.5747"
UTM/Zona 19S	: 392831 Este, 8243973 Norte
Precipitación	: 721.90 mm (anual)
Temperatura	: 8.89 °C (promedio anual)

2) Segundo monolito de suelo Illpa – Waru Waru, ubicado en la Estación Experimental Illpa, distrito de Paucarcolla, provincia y departamento de Puno (región sierra).

Altitud	: 3828 m.s.n.m
Latitud Sur	: 15°40'38.2404"
Longitud Oeste	: 70°04'42.2754"
UTM/Zona 19S	: 384430 Este, 8265773 Norte
Precipitación	: 502.47 mm (anual)



Temperatura : 8.02 °C (promedio anual)

3) Tercer monolito de suelo Illpa – Río, ubicado en la Estación Experimental Illpa, distrito de Paucarcolla, provincia y departamento de Puno (región sierra).

Altitud : 3820 m.s.n.m

Latitud Sur : 15°41'34.5768''

Longitud Oeste : 70°04'43.1424''

UTM/Zona 19S : 384413 Este, 8264041 Norte

Precipitación : 502.47 mm (anual)

Temperatura : 8.02 °C (promedio anual)

4) Cuarto monolito de suelo, ubicado en la Sub Estación Experimental Agraria San Gabán, distrito de San Gabán, provincia de Carabaya y departamento de Puno (región selva).

Altitud : 605 m.s.n.m

Latitud Sur : 13°25'27.0876''

Longitud Oeste : 70°23'18.3932''

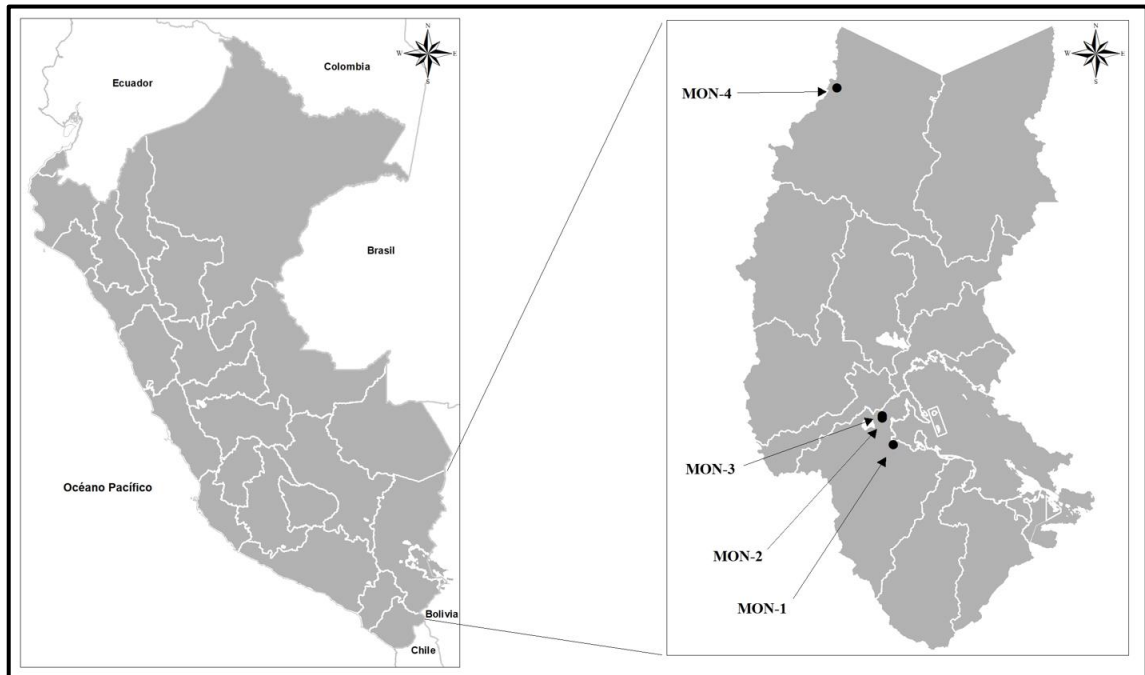
UTM/Zona 19S : 349693 Este, 8514937 Norte

Precipitación : 6235.53 mm (anual)

Temperatura : 21.81 °C

## Figura 4.

### *Puntos de colección de monolitos de suelos*



## 3.2 MATERIALES Y EQUIPOS

### 3.2.1 Materiales

- Libreta de campo
- Pico
- Pala cuadrada
- Caja para extracción de monolitos
- Prensaes o sargentas
- Martillo
- Espátulas con mango de plástico
- Destornillador
- Taladro
- Brocas
- Punzón y rejilla cuadrada de plástico
- Tijeras
- Yute
- Goma de carpintero
- Pintura esmalte de color negro



- Pernos con arandela 4’’
- Envases de 1 litro
- Instrumentos de odontología
- Tornillo para madera
- Barreno
- Tabla Munsell
- Picota de geólogo
- Cinta métrica
- Cilindros para densidad aparente
- Barreta
- Lupa de geólogo
- Cuchillo para suelos
- Tablero para identificación
- Recipientes de plástico
- Telas
- Cinceles
- Rociador
- Brocha

### **3.2.2 Equipos**

- Sistema de Posicionamiento Global - GPS
- Cámara digital
- Clinómetro
- Compresor de aire

## **3.3 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

### **3.3.1 Diseño experimental**

El tipo de investigación fue planteado bajo un enfoque no experimental, transeccional o transversal y descriptivo.

La investigación no experimental, trata de observar los fenómenos que se dan en un contexto natural, para analizarlos, no generando alguna situación, observándose



situaciones ya existentes, que no son provocadas intencionalmente en esta investigación. Esta investigación que se realizó, también se enfocó en transeccional o transversal, por haberse recolectado datos en un solo momento, en un determinado tiempo único, siendo el propósito para realizar su descripción a las hipótesis planteadas (Hernandes. et al, 2014).

### 3.3.2 Metodología para la caracterización de suelos

Para la caracterización se realizó análisis del suelo de cada uno de las muestras obtenidas por calicata. Para cada uno de los ensayos se siguió las siguientes normas de referencia (Tabla 1):

**Tabla 1.**

*Metodologías para Caracterización*

ENSAYO	MÉTODO
pH	Medida en el Potenciómetro de suspensión Suelo – Agua 1:1
Conductividad Eléctrica	Lectura del extracto acuoso en la relación Suelo – Agua 1:1
Textura	Método del Hidrómetro de Bouyoucos
Materia Orgánica	Método de Walkley y Black
Nitrógeno	Método de Micro Kjeldahl
Fósforo disponible	Método de Olsen Modificado, Extractor $\text{NaHCO}_3$ 0.5M
Potasio disponible	Saturación con Acetato de Amonio 1N pH 7.0. Lectura en espectrofotómetro
Aluminio Intercambiable	Método de Yuan. Extracción con Cloruro de Potasio 1N
Carbonato de calcio	Método de neutralización acida
Capacidad de Intercambio Catiónico	Método del Acetato de Amonio 1N, pH 7.0
Cationes Cambiables	Determinaciones en el extracto de amonio Ca: Método del E.D.T.A Mg: Método del amarillo de tiazol K: Fotómetro de llama Na: Fotómetro de llama

### 3.3.3 Metodología para la clasificación según Soil Taxonomy y WRB.

a) Clasificación según Soil Taxonomy



El sistema Soil Taxonomy, tiene 12 órdenes de suelo, 64 sub Órdenes, >300 grandes Grupos, sub grupo, familia, serie y se clasificó en función a características o propiedades de diagnóstico; Suelos minerales y suelos orgánicos, horizonte de diagnóstico (Epipedón, Endopedón), Régimen de Humedad (Aridic, Xeric, Ustic, Udic, Aquic), régimen de temperatura (Cryic, Mesic, Thermic, Hipertermic), posterior a ello, se analizaron las categorías taxonómicas y reglas de nomenclatura, nivel jerárquico (Orden, Grandes Grupos, Sub Grupo, Familia, Serie), para determinar se dio el uso de claves de clasificación, cumpliendo determinadas características.

b) Clasificación según WRB.

Para la clasificación por este sistema se tuvo en cuenta las reglas generales, que consta de tres pasos a seguir:

Paso uno; se detectó horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico.

Paso dos; asigno al suelo un Grupo de Suelo de Referencia, se inició del principio y se excluyó uno por uno los GSR que no cumplían los requisitos especificados.

Paso tres; es el último paso que consistió asignar calificadores, estos a su vez están divididos en calificadores principales y suplementarios. Los calificadores principales son jerárquicos y están en el orden de su importancia, los calificadores suplementarios no son jerárquicos y se utilizan por conveniencia respectivamente en orden alfabético.

### **3.3.4 Metodología para la elaboración de monolitos**

Según Stalin Torres, se describe la metodología para el muestreo de suelos y la elaboración de monolitos de suelo en base a la propuesta, utilizando goma de carpintero.

La presente investigación siguió una secuencia de actividades como:



Gabinete; las actividades se desarrollaron en la EEA – Illpa Anexo Salcedo, en las instalaciones del Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare, ubicado en la ciudad de Puno, Centro Poblado de Salcedo.

Campo; la primera actividad se realizó en la EEA – Illpa Anexo Salcedo ubicado en la ciudad de Puno, Centro Poblado de Salcedo, la segunda actividad, se realizó en la EEA – Illpa, ubicado en el Distrito de Paucarcolla, a 25 km de la ciudad de Puno, y por último, la tercera salida a campo, fue a la Sub Estación Experimental Agraria San Gabán, ubicado en la Provincia de Carabaya, Distrito de San Gabán a 358 km de la ciudad de Puno.

Laboratorio y Taller; las actividades se realizaron en el Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare (LABSAF) del Instituto Nacional de Investigación Agraria ubicado en la ciudad de Puno, Centro Poblado de Salcedo.

Montaje y Exposición; esta última actividad se realizó en la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica.

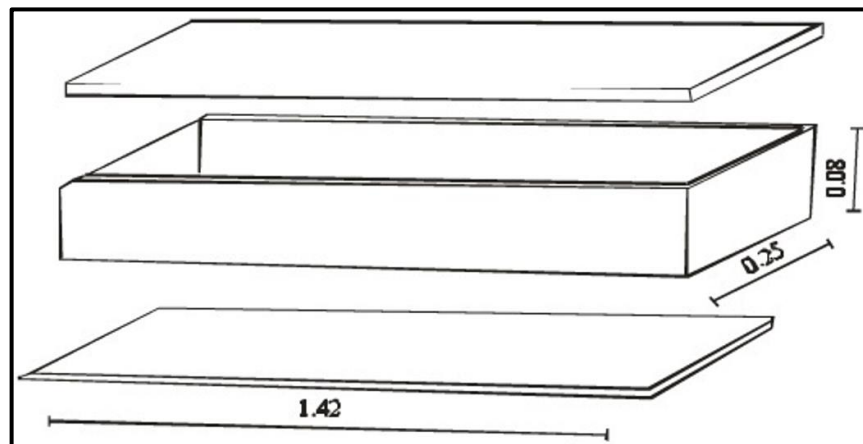
#### **3.3.4.1 Etapa preliminar de gabinete**

Esta etapa consistió en la compilación y procesamiento de información existente, relacionados a la clasificación de suelos y la elaboración de monolitos. Posterior a ello, se definió los perfiles representativos a realizar junto a los asesores de la investigación de la Universidad Nacional del Altiplano UNA y del Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA. Para la definición de los puntos de colección de monolitos fueron la Estación Experimental Salcedo, Estación Experimental Illpa y la Sub Estación Experimental San Gabán. Luego, se preparó un mapa preliminar de ubicación de calicatas y después se preparó la logística de materiales y equipos para el trabajo en campo.

También, se preparó la caja de madera para la extracción de los monolitos, las dimensiones de la caja fue 1.42 m de largo, 0.25 m de ancho y una altura de 0.08 m como se puede apreciar en la figura 5.

**Figura 5.**

*Caja de madera para la extracción del monolito (dimensiones) (Torres et al, 2003).*



**3.3.4.2 Etapa de campo**

Esta etapa consistió en seis fases: a) Selección del sitio para la extracción del monolito, b) Apertura de la calicata y descripción del perfil de suelo, b) Muestreo de suelos, c) Limpieza y alisado de la cara del sitio, d) Extracción del monolito, embalaje y transporte.

a) Selección del sitio para la extracción del monolito

En esta primera fase se tomó la decisión de realizar la extracción de monolitos en tres anexos de la E.E.A. Illpa y se continuó con el reconocimiento del campo para obtener una visión general de la zona y de los suelos predominantes y se procedió a seleccionar un sitio que represente a cada zona ya sea por la actividad agrícola que se realiza y la región natural a la que pertenece (Figura 6).



## Figura 6.

*Ubicación sitio de extracción del monolito en la E.E.A Illpa, Anexo Salcedo*



### b) Apertura de calicata y descripción del perfil de suelo

Esta fase consistió en la apertura de la calicata tomando en cuenta la orientación de la cara del perfil hacia el sol. La dimensión de la calicata y la extracción del monolito fue de 2 m de ancho y 1.6 m de largo, posterior a ello, se procedió a describir las características de la superficie como la localización, ubicación geográfica, paisaje, unidad geomorfológica, pendiente del terreno, erosión, vegetación, pedregosidad superficial y su respectiva foto del paisaje y perfil. Seguidamente, se describió la morfología del perfil anotando el espesor, color, textura en campo, estructura, drenaje, consistencia, raíces, reacción al HCl, límite de horizontes o capas y otras características pedogenéticas (Figura 7).

### Figura 7.

*Descripción del perfil de suelo en la Sub Estación de San Gabán*



#### c) Muestreo de suelos

El muestreo de suelos se realizó de cada horizonte o capa. Se tomó aproximadamente 1 kg de muestra para los análisis físicos y químicos (Figura 8), además, se muestreó para el cálculo de densidad aparente. Las muestras fueron tomadas desde la zona profunda hacia la superficie con la finalidad de evitar la contaminación del suelo.

### Figura 8.

*Muestreo de suelos en la Sub Estación de San Gabán*



#### d) Limpieza y alisado de la cara del perfil

En esta fase se procedió a alisar la cara del perfil para su extracción del monolito. Posterior a ello, con el marco de madera se realizó el marcado del corte y nuevamente se alisó y se moldeó de manera cuidadosa para evitar el derrumbe hasta lograr el espesor y tamaño de la columna del monolito (Figura 9). Una vez moldeado la columna se procedió a introducir la caja de madera con mucho cuidado.

**Figura 9.**

*Alisado de la cara del perfil en la E.E.A. Illpa, Anexo Salcedo*



e) Extracción del monolito

Posterior de haber introducido la caja de madera a la columna de suelo, se colocó una tapa de la caja de madera fijando con los tornillos (Figura 10), después de procedió a realizar el corte de la columna de la parte superior hasta el desprendimiento de la columna con la ayuda de los cinceles, barreta y bandas de tela para sujetar la caja de madera.

**Figura 10.**

*Fijado con tornillos tapa del monolito*



f) Embalaje y transporte

Después del desprendimiento de la columna y puesta en la superficie, se retiró las bandas de tela y se procedió a eliminar el exceso de suelo con la finalidad de que permita el cerrado de la caja (Figura 11), posterior a ello, se fijó la otra tapa de madera asegurando con tornillos. Para el transporte de los monolitos de las diferentes estaciones experimentales se utilizó una pickup y una furgoneta del INIA (Figura 12). Al momento del transporte del monolito se puso una base de colchoneta para evitar el deterioro del perfil de suelo.

**Figura 11.**

*Eliminado del exceso de suelo en monolitos de suelo*



**Figura 12.**

*Transporte del monolito de suelo a la Estación Experimental Agraria - Illpa*



### 3.3.4.3 Etapa de laboratorio

En esta etapa se realizó el análisis de caracterización de suelos en el Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliar del INIA – Illpa, Salcedo. Los análisis realizados fueron:



propiedades físicas (textura y densidad aparente), propiedades químicas y fisicoquímicas (pH, CE,  $\text{CaCO}_3$ , materia orgánica, P disponible, K disponible) y propiedades de sorción (CIC y cationes cambiabiles).

#### **3.3.4.4 Etapa de taller**

En esta etapa se realizó varias actividades que consiste en la presentación final del monolito, a continuación, se detallan las fases:

##### a) Secado del monolito

Los monolitos extraídos en campo generalmente estuvieron con humedad alta como es el caso del suelo de la Sub Estación San Gabán. En esta fase fue necesario que el perfil de suelo se encuentre seco para no tener problemas en el momento de la impregnación, ya que al aplicar algunas soluciones podrían causar reacciones y producir coleres blanquecinos que pueden originar distorsión en el perfil de suelo. Para el secado del monolito, se procedió a destapar la tapa con la parte superior hacia arriba y se puso en forma vertical con una inclinación de  $15^\circ$  a  $20^\circ$ .

##### b) Preparación e impregnación

En esta fase se procede al alisado final de la cara, seguida de la apertura de orificios con un punzón o aguja de zapatero, destornillador y con un taladro con su respectiva broca (la profundidad fue de 1.5 a 2 cm y el distanciamiento entre orificios fue de 0.5 cm), los orificios se realizaron con la ayuda de una rejilla (Figura 13). Los orificios tienen la finalidad de permitir la penetración de la solución de la goma de carpintero.

**Figura 13.**

*Realización de orificios con la ayuda de una rejilla*



c) Aplicación de solución.

La aplicación de la solución (goma de carpintero o goma blanca con agua destilada) se realizó tres veces de manera continua (Figura 14). Para la preparación de un litro de solución se detalla en la siguiente tabla (Tabla 2):

**Tabla 2.**

*Solución de goma de carpintero con agua destilada según Stalin Torres*

Aplicación de solución	Goma blanca	Agua destilada
Primera	100 ml	900 ml
Segunda	300 ml	700 ml
Tercera	500 ml	500 ml

Para la aplicación de las soluciones al suelo se utilizó 2000 ml (primera aplicación), 750 ml (segunda aplicación) y 500 ml (tercera aplicación). La primera aplicación de la solución (2000 ml), favoreció el humedecimiento interno del suelo, que facilitó la penetración y movimiento de las soluciones hasta la tercera aplicación,

finalizando con la saturación del suelo. Posterior a ello, se colocó yute sobre la columna del suelo, la aplicación de la goma se aplicó sin diluir.

**Figura 14.**

*Aplicación de la solución de goma de carpintero con agua destilada*



d) Fijación del monolito a la madera de soporte

Posterior al secado de la columna de suelos con el yute, se procedió a colocar una madera o tabla como soporte cuyo ancho fue de 0.30 m que sirvió como estructura de fijación del monolito, el soporte se aplicó con goma sin diluir. Después, se ejerció presión colocando ocho sargentos que garantizó la presión adecuada para el secado (Figura 15). Para la condición de la región de sierra de Puno se dejó secar dos semanas.



**Figura 15.**

*Secado del monolito de suelo ejerciendo presión con prensas*



e) Tallado de la cara externa del monolito de suelo

Posterior al prensado con los sargentos se procedió a retirar la tapa principal y las tapas laterales de madera, dejando así fijado el monolito al soporte de madera. Para el tallado final del monolito se utilizó herramientas como las pinzas de odontología, cuchillos o navajas o brocha eliminando el exceso del suelo que no fue impregnado o endurecido (Figura 16). Una vez, retirado el material no endurecido, se utilizó el compresor de aire para retirar el material suelto. Posterior a ello, se aplicó la solución diluida (100 ml de goma blanca y 900 ml de agua destilada) con un aspersor o rociador manual a la columna de suelo o monolito con la finalidad de darle una protección y fijación final al monolito.

## Figura 16.

### *Eliminado del exceso de suelo*



#### 3.3.4.5 Etapa de montaje y exposición

Esta etapa consistió en darle los retoques finales como el pintado de color negro los bordes de la madera que es de soporte al monolito, con la finalidad de resaltar el perfil de suelo. El monolito se colocó en un soporte, realizado en un material de melanina fijado por los cuatro extremos (Figura 17). Además, se acompañó al monolito con la descripción de las características generales que consta la clasificación natural según el Soil Taxonomy y la WRB, morfología del perfil y su respectivo análisis físico y químico del suelo, además, fotografías del paisaje y trabajos en campo.

**Figura 17.**

*Exposición de primeros monolitos de suelo*



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 CARACTERIZACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE SUELOS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA ILLPA – INIA

##### 4.1.1 Suelo de la Estación Experimental Agraria Illpa, Anexo Salcedo

El suelo del anexo Salcedo presenta un ligero desarrollo genético, cuya textura es franca hasta los 68cm y es derivado de sedimentos aluviales y coluviales (Tabla 3), localizado en superficie llana, limitado con la montaña de Cancharani. Ubicado en una pendiente de 0 a 2 %, de perfil Ap/A/AB/Bw1/Bw2/C1/C2, identificándose un epipedón Mollic y con endopedón Cambic, de drenaje moderado a imperfecto, los colores de suelo en el perfil son variable desde pardo amarillento oscuro a negro.

**Tabla 3.**

*Textura y propiedades físicas de suelo de la E.E.A - Illpa Anexo Salcedo*

Horizonte	Profundidad [cm]	(% de fracciones, tamaño de las fracciones en mm, (USDA))				Clase Textural	Da Mg.m-3]
		Gravas > 2.0	Arena 2.0-0.05	Limo 0.05-0.002	Arcilla <0.002		
Ap	0-19		33	44	23	Fr.	1.35
A	19-33	10	42	39	19	Fr.	1.25
AB	33-45	50	51	33	17	Fr.	1.26
Bw1	45-68		40	43	17	Fr.	1.26
Bw2	68-99		24	39	37	Fr.Arc.	1.26
C1	99-117	10	38	39	23	Fr.	1.25
C2	117-135		28	45	27	Fr.Arc.	1.20

Las características químicas y fisicoquímicas (Tabla 4), presenta una reacción del suelo desde ligeramente alcalino a moderadamente alcalino y con presencia de carbonatos de calcio en los tres primeros horizontes. En el primer horizonte el contenido de materia orgánica es media (2.58 %), el contenido de fósforo disponible es medio (8.5 mg.kg-1), el contenido de potasio disponible es alto (1133.84 mg.kg-1), por lo tanto, la fertilidad natural del suelo es media.

**Tabla 4.**

*Propiedades químicas y fisicoquímicas de suelo de la E.E.A - Illpa. Anexo Salcedo*

Horizonte	Profundidad [cm]	pH (1:1)	CE [ds.m-1]	CaCO <sub>3</sub> [%]	Materia orgánica [%]	P	K
						disponible [mg.kg-1]	disponible
Ap	0-19	7.4	0.13	1.10	2.58	8.50	1133.84
A	19-33	7.6	0.11	1.60	1.72	8.60	1212.03
AB	33-45	7.7	0.11	1.20	1.26	8.11	1270.68
Bw1	45-68	8.0	0.10	0.00	1.32	8.00	488.72
Bw2	68-99	8.1	0.08	0.00	1.85	7.98	762.41
C1	99-117	8.0	0.07	0.00	0.79	7.60	899.25
C2	117-135	8.2	0.07	1.10	0.33	7.02	508.27

Las propiedades de sorción (Tabla 5) en el primer horizonte, presenta una CIC de 22.00 cmol(+).kg-1 habiendo clasificado como media y con una saturación de bases alta.

**Tabla 5.**

*Propiedades de sorción de suelo de la E.E.A - Illpa Anexo Salcedo*

Horizonte	Profundidad [cm]	CIC	Cationes cambiabiles					SB [%]
			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	
			cmol(+).kg-1					
Ap	0-19	22.00	17.00	1.40	2.20	0.06	0.00	94
A	19-33	24.06	18.10	2.70	1.46	0.07	0.00	93
AB	33-45	20.00	14.30	2.30	1.28	0.06	0.00	90
Bw1	45-68	18.60	13.30	1.50	1.70	0.11	0.00	89
Bw2	68-99	26.80	19.20	4.60	1.33	0.17	0.00	94
C1	99-117	22.20	16.30	3.70	1.58	0.16	0.01	98
C2	117-135	23.00	16.40	3.60	0.97	0.17	0.02	92

#### 4.1.2 Suelos de la Estación Experimental Agraria Illpa – Waru Waru

Este suelo presenta un ligero desarrollo genético, cuya textura es arcillo limosa hasta los 38 cm y arcillosa de los 38 a 68 cm, y es derivado de un depósito aluvial (Tabla 6), localizado en una superficie llana de un Waru waru. Se encuentra en una pendiente de 0 a 2 %, de perfil Ap/Bw1/Bw2/C1/C2, identificándose un epipedón Mollic y un endopedón Cambic, con drenaje imperfecto los colores del suelo son variables desde pardo muy oscuro a pardo oscuro.

**Tabla 6.**

*Textura y propiedades físicas de suelos de la E.E.A, Illpa – Waru Waru*

Horizonte	Profundidad [cm]	(% de fracciones, tamaño de las fracciones en mm, (USDA)				Clase Textural	Da [Mg.m-3]
		Gravas >2.0	Arena 2.0-0.05	Limo 0.05-0.002	Arcilla <0.002		
Ap	0-26	-	16	41	43	Arc.L.	1.33
Bw1	26-38	-	14	43	43	Arc.L.	1.42
Bw2	38-68	-	22	35	43	Arc.	1.22
C1	68-106	-	62	21	17	Fr.A.	1.34
C2	106-137	-	80	15	5	A.Fr.	1.45

Las características químicas y físico químicas (Tabla 7), presenta una reacción del suelo de neutro a fuertemente alcalino y con presencia de carbonato de calcio en los tres últimos horizontes que van desde 0.80 a 6.40 %. En el primer horizonte, el contenido de materia orgánica es media (3.10 %), el contenido de fósforo disponible es media (7.05 mg.kg-1), el contenido de potasio disponible es alto (508.27 mg.kg-1), por lo tanto, se define que la fertilidad del suelo es media.

**Tabla 7.**

*Propiedades químicas y fisicoquímicas de suelos de la E.E.A. Illpa – Waru Waru*

Horizonte	Profundidad [cm]	pH (1:1)	CE [ds.m-1]	CaCO <sub>3</sub> [%]	Materia orgánica [%]	P disponible	K disponible
						[mg.kg-1]	
Ap	0-26	7.1	0.14	0.00	3.10	7.05	508.27
Bw1	26-38	7.6	0.22	0.00	2.00	2.75	469.17
Bw2	38-68	7.5	0.17	1.20	1.60	2.80	390.98
C1	68-106	8.4	0.46	6.40	0.20	0.45	273.68
C2	106-137	8.5	0.21	0.80	0.10	0.45	332.33

Las propiedades de sorción (Tabla 8) en el primer horizonte presenta una CIC de 20.40 cmol(+).kg-1 habiendo clasificado como media y con una saturación de bases alta

**Tabla 8.**

*Propiedades de sorción de suelos de la E.E.A Illpa – Waru Waru*

Horizonte	Profundidad [cm]	CIC	Cationes cambiabiles					SB [%]
			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	
cmol(+).kg-1								
Ap	0-26	20.40	12.20	6.70	0.55	0.26	0.00	97

Bw1	26-38	12.00	4.80	4.50	0.46	0.25	0.00	83
Bw2	38-68	36.50	24.30	10.70	0.48	0.44	0.00	98
C1	68-106	30.00	18.60	8.90	0.52	0.49	0.00	95
C2	106-137	18.20	10.90	5.90	0.42	0.31	0.00	96

(N. Sardón, 2023), en su trabajo de investigación que realizó en la zona de Illpa, encontró un perfil de suelo con un ligero desarrollo genético, con un epipedón Mollic, con una reacción neutra (pH 7.35) a una reacción ligeramente alcalina (pH 8.29) y con una fertilidad natural media, para los resultados con el presente trabajo es similar con respecto a la fertilidad natural del suelo.

#### 4.1.3 Suelo de la Estación Experimental Agraria Illpa – Río

El presente suelo presenta un ligero desarrollo genético, cuya textura es de franca hasta los 60 cm y arena desde los 60 hasta 120 cm, (Tabla 9), localizado en una superficie llana ubicado muy cerca al río Illpa. Se encuentra en una pendiente de 0 a 2 % de perfil A/Bw/C/2C, identificándose un epipedón Mollic y un endopedón Cambic, con drenaje bueno, los colores del suelo son variables desde pardo oscuro a pardo grisáceo oscuro.

#### Tabla 9.

*Textura y propiedades físicas de suelo de la E.E.A Illpa – Río*

Horizonte	Profundidad [cm]	(% de fracciones, tamaño de las fracciones en mm, (USDA))				Clase Textural	Da [Mg.m-3]
		Gravas >2.0	Arena 2.0-0.05	Limo 0.05-0.002	Arcilla <0.002		
A	0-10	-	29	48	23	Fr.	1.36
Bw	10-35	-	29	48	23	Fr.	1.34
C	35-60	-	45	45	10	Fr.	1.46
2C	60-120	-	91	8	1	A.	1.38

Las características químicas y fisicoquímicas (Tabla 10), presenta una reacción del suelo desde ligeramente alcalino a fuertemente alcalino y con presencia de carbonato de calcio en los tres primeros horizontes que va desde 2.60 a 4.20 %. En el primer horizonte el contenido de materia orgánica es bajo (1.9 %), para el caso de fósforo

disponible en el primer horizonte es bajo (0.60 mg.kg-1) y el contenido de potasio disponible es alto (312.78 mg.kg-1), por lo tanto, la fertilidad del suelo es bajo.

**Tabla 10.**

*Propiedades químicas y fisicoquímicas de suelo de la E.E.A Illpa – Río*

Horizonte	Profundidad [cm]	pH (1:1)	CE [ds.m-1]	CaCO <sub>3</sub> [%]	Materia orgánica [%]	P	K
						disponible [mg.kg-1]	disponible [mg.kg-1]
A	0-10	7.5	0.12	2.60	1.9	0.60	312.78
Bw	10-35	8.0	0.15	4.20	0.7	0.15	332.33
C	35-60	8.5	0.21	3.10	0.2	0.05	547.37
2C	60-120	8.1	0.07	0.00	0.2	0.60	215.03

Las propiedades de sorción (Tabla 11), para el caso del primer horizonte, presenta una CIC de 24.00 cmol(+).kg-1 habiendo clasificado como media y con una saturación de bases alta.

**Tabla 11.**

*Propiedades de sorción de suelo de la Estación Experimental Agraria - Illpa – Río*

Horizonte	Profundidad [cm]	CIC	Cationes cambiabiles					SB [%]
			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	
			cmol(+).kg-1					
A	0-10	24.00	17.40	4.90	0.47	0.03	0.00	95
Bw	10-35	30.00	18.50	9.00	0.46	0.21	0.00	94
C	35-60	24.40	16.50	6.50	0.45	0.34	0.00	98
2C	60-120	4.20	2.00	0.40	0.53	0.13	0.00	73

#### 4.1.4 Suelo de la Sub Estación Experimental Agraria San Gabán

El suelo de San Gabán presenta un ligero desarrollo genético, con textura de franco arenosa para el caso de los cinco horizontes que van desde 0 a 95 cm (Tabla 12), localizado en una superficie de paisaje llanura de origen aluvial, con presencia de cantos rodados a partir de los 95 cm a más. Se encuentra en una pendiente de 0 a 4 % de perfil Ap/AB/Bw/C1/C2, identificándose un epipedón Ocric, y un endopedón Cambic, con drenaje imperfecto, los colores del suelo son variables de pardo muy oscuro a pardo olivo.



**Tabla 12.**

*Textura y propiedades físicas de suelo de la Sub E. E. Agraria San Gabán*

Horizonte	Profundidad [cm]	(% de fracciones, tamaño de las fracciones en mm, (USDA).				Clase Textural	Da [Mg.m-3]
		Gravas >2.0	Arena 2.0-0.05	Limo 0.05-0.002	Arcilla <0.002		
Ap	0-5	-	61	34	5	Fr.A.	0.81
AB	5-29	-	53	40	7	Fr.A.	0.86
Bw	29-59	-	63	30	7	Fr.A.	1.25
C1	59-79	-	63	28	9	Fr.A.	1.49
C2	79-95	-	61	30	9	Fr.A.	1.48

Las características químicas y fisicoquímicas (Tabla 13), presenta una reacción del suelo (pH), de fuertemente ácida en los cinco horizontes y no se tiene presencia de carbonatos de calcio. En el primer horizonte, el contenido de materia orgánica es media (7.11 %), el contenido de fósforo disponible en el primer horizonte es medio (12.80 mg.kg-1), y para el caso de potasio disponible se encuentra en el rango medio (175.94 mg.kg-1), por lo tanto, la fertilidad del suelo es media.

**Tabla 13.**

*Propiedades químicas y fisicoquímicas de suelo de la Sub E. E. Agraria San Gabán*

Horizonte	Profundidad [cm]	pH (1:1)	CE [ds.m-1]	CaCO <sub>3</sub> [%]	Materia orgánica [%]	P K	
						disponible [mg.kg-1]	disponible [mg.kg-1]
Ap	0-5	4.1	0.19	0.00	7.11	12.80	175.94
AB	5-29	4.8	0.05	0.00	3,71	3.00	78.19
Bw	29-59	5.0	0.03	0.00	1.52	1.15	332.33
C1	59-79	5.0	0.04	0.00	0.79	0.55	234.58
C2	79-95	5.0	0.03	0.00	0.46	1.90	371.43

Las propiedades de sorción (Tabla 14), en el primer horizonte presenta una CIC de 15.06 cmol(+).kg-1 habiendo clasificado como media y una saturación de bases baja de 18 %.

**Tabla 14.**

*Propiedades de sorción de suelo de la Sub E. E. Agraria San Gabán*

Horizonte	Profundidad [cm]	CIC	Cationes cambiables					SB [%]
			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	
			cmol(+).kg-1					
Ap	0-5	15.06	1.90	0.10	0.65	0.07	11.60	18
AB	5-29	8.00	0.60	0.70	0.50	0.08	4.18	24
Bw	29-59	6.00	1.10	0.50	0.83	0.05	1.91	41
C1	59-79	6.00	1.60	0.80	0.76	0.08	1.70	54
C2	79-95	5.10	1.40	1.00	0.08	0.07	1.97	50

(Municipalidad Provincial de Carabaya & Programa Minam+CAF, 2018), realizaron el estudio de suelos y su capacidad de uso mayor, siendo el resultado para suelo San Gabán sus características químicas siguientes; pH, fuertemente ácida a extremadamente ácida (5.30 - 4.38), para conductividad eléctrica del suelo, no es salino (0.09-0.03 dS/m), no posee carbonatos libres (0.00 %), para MO varía de alto a medio (6.81-2.49 %), para fósforo disponible es bajo (4.5 - 3.1 ppm) y para potasio disponible varía de medio a bajo (105 - 62 ppm), la capacidad de intercambio catiónico es media a baja (15.68-13.28 cmol(+)/ kg de suelo), el porcentaje de saturación de bases PSB es bajo (8%). Estas características determinan que la fertilidad natural del suelo sea baja, dicha investigación se asemeja con la presente investigación, existiendo diferencia en la fertilidad natural de suelo.

## 4.2 CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN EL SOIL TAXONOMY Y WRB, DE LA EEA – ILLPA.

### 4.2.1 Clasificación natural de suelos según el Soil Taxonomy

**Tabla 15.**

*Clasificación natural de suelos según el Soil Taxonomy*

SOIL TAXONOMY (2022)					
Orden	Sub Orden	Grandes Grupos	Sub Grupo	Familia	Suelo
Mollisol	Ustoll	Haplustoll	Fluventic Haplustoll	Francosa fina, Fluventic Haplustoll	Salcedo



SOIL TAXONOMY (2022)					
Orden	Sub Orden	Grandes Grupos	Sub Grupo	Familia	Suelo
				Arcillosa (fina), Fluventic Haplustoll	Illpa - Waru Waru
Inceptisol	Ustept	Haplustept	Fluventic Haplustept	Francosa gruesa, Fluventic Haplustept	Illpa - Río
	Udept	Dystrudept	Fluventic Dystrudept	Francosa gruesa, Fluventic Dystrudept	San Gabán

Según el Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2022; 1999), se clasificó de la siguiente manera; para el caso de los suelos Salcedo y Illpa - Waru Waru, ambos se clasificaron en el Orden Mollisol, además, ambos presentan un epipedón Mólico, también, en ambos casos el Sub Orden se clasificó como Ustoll (con régimen de humedad Ústico), en Grandes Grupos los dos suelos se clasificó como Haplustoll (Otros Haplustoll), en caso a la categoría de Sub grupo se clasificó en los dos suelos antes mencionados como Fluventic Haplustoll (por contar con la característica de una pendiente menor a 25 % y como material parental al depósito aluvial), en caso del suelo Salcedo a nivel de Familia se clasificó como Francosa fina, Fluventic Haplustoll, mientras que el suelo Illpa - Waru Waru como Arcillosa (fina), Fluventic Haplustoll.

Para el caso de los suelos de Illpa – Río y San Gabán se clasificaron en el Orden Inceptisol (horizonte cámbic dentro de los 100 cm y un epipedón ócric). El Suelo Illpa – Río, en la categoría de Sub Orden se clasificó en Ustept (característica de Régimen de humedad Ústico), para el caso de Grandes Grupos se clasificó en Haplustept (Otros Ustept), en la categoría de Sub Grupo se clasificó como Fluventic Haplustept (característica de pendiente menor a 25 % y que se desarrolla a partir del depósito aluvial), en la categoría de Familia se clasificó como Francosa gruesa, Fluventic Haplustept. Mientras que el suelo San Gabán en Sub Orden como un Udept (Otros Inceptisol), para



la categoría de Grandes Grupos se clasificó en Dystrudept (otros Udept con baja saturación de bases), mientras en Sub Grupo se clasificó como Fluventic Dystrudept (pendiente menor a 25 % como característica), por último, en Familia, se clasificó como Francosa Gruesa, Fluventic Dystrudept.

En estudios previos de la zona de Salcedo, realizado por la Oficina Nacional de Evaluación de Naturales ONERN, se clasificó los suelos como Haplustoll fluventic siendo del orden Mollisol (ONERN, 1985), dicha investigación es similar a la clasificación actual de la presente investigación. Además, este suelo abarca las parcelas experimentales del Anexo Salcedo.

(N. Sardón, 2023), en su investigación realizó una calicata, en el Centro Experimental Illpa de la Universidad Nacional del Altiplano, cuya clasificación fue en el orden Mollisol, siendo similar con la clasificación del suelo Illpa Waru – waru, en la presente investigación.

(GORE PUNO, 2015), realizó el estudio de suelos en el departamento de Puno, y los resultados son similares, con el presente trabajo. Para el caso de la categoría de orden se clasificó como Mollisol, también, ubicado en una pendiente ligeramente inclinada de 2 – 4 %, para caso del pH se obtuvo un rango de ligeramente alcalina, y bajo en materia orgánica y fósforo disponible.

(ONERN, 1984), clasificó a los suelos de Illpa en el Orden Mollisol, en nuestra investigación se encontró el Orden Inceptisol, estando está ubicada cercano al margen del río Illpa, se deduce que la ONERN no incluyo los márgenes del rio Illpa para realización de calicatas por el nivel de detalle.

(Municipalidad Provincial de Carabaya & Programa Minam+CAF, 2018), en la clasificación de suelos en San Gabán realizaron la clasificación según al Soil Taxonomy



USDA (2014), habiendo clasificado como Orden Entisol, Sub Grupo Fluvents, Grandes Grupos, Udifluvents, Sub Grupo Typic Udifluvents, siendo distinto la clasificación realizada con el presente trabajo, debido a que no se identificó el epipedón cambic.

#### **4.2.1.1 Distribución de los suelos Mollisol y sus usos**

En caso del Orden Mollisol abarca una extensión 372,265 ha en el altiplano peruano, siendo un porcentaje de 8.65% (Herrera, 2010). A nivel mundial, este orden de suelo abarca una superficie de 9 128 000 km<sup>2</sup>, que representa un porcentaje de 7.0% (Buol et al., 2011).

Para el caso de los usos que se les dan a los suelos del orden Mollisol, en la agricultura peruana esta se desarrolla en un 50% de área en los sub ordenes Ustolls y Udolls. Para el caso del Altiplano, próximos al Lago Titicaca y hacia al sur, la agricultura es en seco y se cultiva como cereales, tubérculos menores y la papa, también, se les da uso como zonas de pasturas (Herrera, 2010).

#### **4.2.1.2 Distribución de los suelos Inceptisol y sus usos**

En trabajos realizados de clasificación de suelos cabe indicar que el Orden Inceptisol en el altiplano peruano ocupa 796 691 ha, siendo un 18.50 % (Herrera, 2010), también, debemos indicar que a nivel mundial este orden de suelo abarca los 12.83 millones de km<sup>2</sup>, lo que representa el 9.81 % de la superficie global.

Los usos que se les da a los suelos del orden Inceptisol son variados, uno de ellos es para el aprovechamiento forestal cuando presenta una ligera pendiente, en caso de la selva se encuentran cultivos como cacao, piña y también se da como uso al pastoreo.

#### 4.2.2 Clasificación natural de suelos según la WRB

**Tabla 16.**

*Clasificación natural de suelos según la WRB*

BASE REFERENCIAL MUNDIAL - WRB (2022)				
Grupo de Suelos de Referencia (GSR)	Calificadores principales	Calificadores suplementarios	Clasificación WRB	Suelo
Phaeozem	Cambic	Epiloamic, Humic	Cambic PHAEOZEM (Epiloamic, Humic)	Salcedo
	Fluvic, Cambic	Clayic, Humic	Fluvic Cambic PHAEOZEM (Clayic, Humic)	Illpa - Waru Waru
Cambisol	Fluvic, Cambic, Eutric	Epiloamic, Endoarenic	Fluvic Eutric CAMBISOL (Endoarenic, Epiloamic)	Illpa - Río
	Fluvic, Cambic, Dystric	Pantoloamic, Ochric	Fluvic Dystric CAMBISOL (Ochric, Pantoloamic)	San Gabán

Según la clasificación de la Base Referencial Mundial WRB (IUSS, 2022), para su realización se siguió los siguientes pasos, primero detectar horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico, segundo paso, asignar al Suelo un Grupo de Suelo de Referencia y, por último, asignar calificadores (principales y suplementarios).

Los suelos Salcedo e Illpa - Waru Waru, se les asignó como Grupo de Suelo de Referencia a Phaenzem, ya que presenta un Horizonte Móllico (horizonte superficial de color oscuro).

El suelo Salcedo se le asignó en Calificadores Principales en Cambic (posee un horizonte cámbico, que comienza a  $< 50$  cm y no consiste de material albico), en Calificadores Suplementarios se clasificó; Epiloamic, Humic (que tiene  $> 1$  % de carbono orgánico del suelo en una fracción de tierra fina como promedio hasta una profundidad de 50 cm de la superficie del suelo mineral), cuya clasificación de la WRB fue: Cambic Phaeozem (Epiloamic, Humic).



El suelo Illpa - Waru Waru, para Calificadores Principales se asignó Fluvic, Cambic (Horizonte Fulvico que comienza a  $< 30$  cm de la superficie del suelo, Horizonte Cambico), para los Calificadores Suplementarios se clasificó Clayic, Humic (Clase textural Arcillo limoso y arcillosa, y  $> 1$  % de carbono orgánico, quedando al final la Clasificación WRB como: Fluvic Cambic Phaeozem (Clayic, Humic).

Para suelos de Illpa – Río y San Gabán se le asignó como Grupo de Suelo de Referencia: Cambisol (Suelos moderadamente desarrollados). En Calificadores Principales para suelo de Illpa - Río se clasificó como: Fluvic, Cambic, Eutric (con horizontes Fúlvico, Horizonte Cámbico, con  $\text{pH} > 5.5$ ), en Calificadores Suplementarios se clasificó como: Epiloamic, Endoarenic (Horizonte con límite inferior  $< 50$  cm de la superficie, el horizonte comienza  $> 50$  cm de la superficie con presencia de arena, clase textural arenosa), cuya clasificación en la WRB queda como: Fluvic Eutric Cambisol (Endoarenic, Epiloamic).

Para el caso de suelos de San Gabán en Calificadores Principales fue: Fluvic, Cambic, Dystric (con materiales flúvicos, con horizonte cámbico, con  $\text{pH} < 5.5$ ), los Calificadores Suplementarios fueron: Pantoloamic, Ochric (el horizonte comienza en la superficie y su límite inferior de  $> 100$  cm con textura Franco arenosa, con contenido de carbono orgánico  $> 1\%$ ), quedando la clasificación según WRB de la siguiente manera: Fluvic Dystric Cambisol (Ochric, Pantoloamic).

Para la realización de la clasificación de suelos según WRB (IUSS, 2022), se usó las claves para ambos Grupos de Suelos de Referencia, calificadores principales y calificadores suplementarios para Phaeozem y Cambisol, (Tabla 17).

**Tabla 17.**

*Claves para los GSR y lista de calificadores principales y suplementarios, para Phaeozem.*

<b>Clave para los Grupos de Suelos de Referencia</b>	<b>Calificadores principales</b>	<b>Calificadores suplementarios</b>
Otros suelos que tienen.	Rendzic	Abruptic
	Chernic/ Someric	Albic
1. Un horizonte <i>mollico</i> ; y	Petroduric/ Duric	Andic
2. Una saturación de bases (por NH <sub>4</sub> OAc 1 M, pH 7) de $\geq 50$ % en todo el espesor hasta una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo o hasta <i>roca continua</i> , material <i>duro técnico</i> o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.	Petrogypsic	Anthric
	Petrocalcic/ Endocalcic	Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic
	Leptic	Aric
	Irragric/ Hortic/ Petric/ Terric	Colluvic
	Folic	Columnic
	Gleyic	Densic
	Stagnic	Ferralic/ Sideralic
	Fluvic	Hyperhumic
	Vertic	Isolatic
	Greyzemic	Nechic
<b>PHAEOZEM</b>	Glossic/ Retic	Novic
	Luvic	Oxyaquic
	Cambic	Pachic
	Fractic	Raptic
	Skeletalic	Relocatic
	Vermic	Rhodic/ Chromic
	Gypsic	Endosalic
	Dolomitic/ Calcaric	Sodic
	Haplic	Technic
		Tephric
		Tonguic
		Transportic
		Turbic
		Vitric

**Tabla 18.**

*Claves para los GSR y lista de calificadores principales y suplementarios, para Cambisol.*

<b>Clave para los Grupos de Suelos de Referencia</b>	<b>Calificadores principales</b>	<b>Calificadores suplementarios</b>
Otros suelos que tienen.	Fragic	Geoabruptic
	Thionic	Alcalic
1. Un horizonte <i>cámbico</i>	Leptic	Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic
a. Que comienza a $\leq 50$ cm de la	Petroplinthic/ Pisoplinthic/ Plinthic	Aric



Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
superficie del suelo: y	Hydragric/ Anthraquic/ Irragric/ Plaggic/ Pretic/ Terric	Protocalcic
b. Tiene su límite inferiora $\geq 25$ cm de la superficie del suelo; o	Folic/ Histic Gleyic Stagnic	Colluvic Densic Drainic
2. Un horizonte <i>antrácuico, hidrágrico, irrágrico, plágico, prético o térrico</i> ; o	Fluvic Vertic Andic Vitric	Escalic Ferric Gelic Gelistagnic
3. Un horizonte <i>frágico, petroplántico, pisoplántico, plántico, sálico, tiónico o vértico</i> que comienza a $\leq 100$ cm de la superficie del suelo; o	Ferralic/ Sideralic Rhodic/ Chromic/ Xanthic Fractic Skeletalic	Humic/Ochric Laxic Magnesic Nechic
4. Una o más capas con propiedades <i>ándicas o vítricas</i> con un espesor combinado de $\geq 15$ cm dentro de $\leq 100$ cm de la superficie del suelo.	Salic Sodic Gypsiric Dolomitic/ Calcaric Dystric/ Eutric	Novic Ornithic Oxyaquic Raptic Protospodic Sulfidic Takyric/ Yermic/ Aridic Technic Tephric Toxic Transportic Turbic

## CAMBISOL

(ONERN, 1984), en su estudio de suelos en las zonas de Salcedo y Illpa clasificó como Phaeozem, para el caso de Grupo de Suelos de Referencia es similar a la clasificación del trabajo que se realizó en la presente investigación.

### 4.2.2.1 Distribución de los suelos Phaeozem y sus usos

Los suelos Phaeozem a nivel mundial tiene una extensión de 190 millones de hectáreas, y cerca de los 70 millones de hectáreas en las tierras bajas centrales húmedas y subhúmedas en las grandes llanuras orientales de los Estados Unidos de América.

Los suelos Phaeozem son porosos, fértiles y excelentes tierras para los cultivos, también los Phaeozem se le da uso para la crianza de ganado de engorde con los pastos



mejorados. (FAO, 2014), también, podemos destacar que en la zona donde fue realizado la calicata, se da el uso de la actividad agrícola en cultivos como: papa, haba, quinua, avena y pastos cultivado como la alfa alfa.

#### **4.2.2.2 Distribución de los suelos Cambisol y sus usos**

Estos suelos a nivel mundial cubren 1500 millones de hectáreas aproximadamente, estos suelos están en zonas templadas, también se encuentran en regiones secas,

Con respecto a los usos los suelos Cambisol sobre las llanuras en zonas secas se utilizan intensivamente para la producción de diferentes cultivos de alimentos, mientras que en terrenos ondulados o con colinas se le da uso con distintos cultivos anuales y perennes o también se da usos como tierras para el pastoreo. (FAO, 2014)

### **4.3 ELABORACIÓN, MONOLITOS DE SUELOS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA ILLPA – INIA**

En la elaboración de monolitos de suelos, se logró elaborar cuatro monolitos de suelo dentro de la Estación Experimental Agraria – Illpa, utilizando la metodología de Stalin Torres, que resalta el uso de la goma blanca como nueva propuesta en la elaboración de monolitos y el uso de yute, a continuación, se detalla las fases de elaboración que se siguió en cada uno de ellos.

#### **4.3.1 Suelo de la Estación Experimental Anexo Salcedo**

En el proceso de elaboración del monolito, en la fase de campo se realizó la selección del sitio para la extracción, el cual se ubicó en el lote número 4, del anexo Salcedo de la EEA-Illpa del INIA, donde se realizó la apertura de calicata a una profundidad de 1 m, se tuvo presencia de la napa freática (agua), para este caso se utilizó baldes para poder evacuar el agua y poder trabajar cómodamente, después se describió el



perfil encontrándose siete horizontes/capas los mismos que fue lecturado y muestreado. Posterior a ello, se realizó la extracción del monolito con todos los materiales necesarios sin tener inconvenientes.

En la fase de laboratorio, las muestras fueron ingresadas al Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare LABSAF de la EEA-Illpa, para ello, se realizó el análisis de caracterización.

En la fase de taller se puede destacar que para la realización de los agujeros se tuvo que utilizar una rejilla de plástico con agujeros distribuidos a cada 0.5 cm, para esta operación se tuvo dificultad de realizar los orificios con punzón debido a la consistencia dura que presentaba el perfil del suelo, para ello se utilizó un taladro con su respectiva broca, el cual fue de apoyo para la culminación del trabajo, la impregnación se realizó sin dificultades. Finalmente, el tallado final de la cara externa quedó tal y como se muestra en la figura 36.

#### **4.3.2 Suelos de la Estación Experimental Illpa – Waru waru**

En la fase de campo, se realizó la selección del sitio, donde se opta por realizar el proceso de extracción en el Waru waru que cuenta la EEA-Illpa, primeramente, se realizó la calicata con dificultades (suelo de consistencia dura), posterior a ello, se leyó el perfil, llenando la ficha de campo con todos los datos necesarios, después, se realizó el muestreo de suelo de cada uno de los horizontes (cinco horizontes/capas), el primero siendo un Ap que indica que hubo disturbios (labranza), Bw1 Bw2 horizontes donde se ve desarrollo de color y estructura. Culminado lo anterior, se extrajo el monolito con todos los materiales necesarios.



En la fase de laboratorio las muestras fueron ingresadas al Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare LABSAF de la EEA-Illpa, siendo un total de cinco muestras para ello se realizó el análisis de caracterización.

En fase de taller tenemos que resaltar que al igual que el monolito del anexo Salcedo se tuvo que dar uso de un taladro para realizar los orificios debido a que el suelo fue de consistencia dura, en el caso de la última capa no se realizó orificios por presentar una textura arenosa, posterior a ello, se procedió con la impregnación con el uso de goma blanca y agua destilada, también, se usó el yute en las mismas dimensiones de la columna de suelo y madera de soporte con un excedente de 2.5 cm a los lados, la misma que fue prensado por un tiempo de tres semanas aproximadamente para una mejor adherencia. Finalmente, el tallado final se realizó con bastante cautela con desarmador plano, pinzas, y compresora, al final se realizó el pintado de los bordes de la madera de soporte con pintura esmalte de color negro.

#### **4.3.3 Suelo de la Estación Experimental Illpa – Río**

En la fase de campo, se realizó la selección del sitio para extracción cercano al río Illpa dentro de la EEA-Illpa. Posterior a ello, se realizó la apertura de calicata sin dificultades, después, se prosiguió con la lectura del perfil y el apunte de datos en la ficha de campo de todos los datos necesarios, en la lectura se pudo apreciar cuatro horizontes, el primero siendo un horizonte A seguido del horizonte Bw con desarrollo de estructura y color, seguida de la capa C, y por último la capa 2C que indica que existe una discontinuidad litológica. De cada uno de los horizontes se tomaron las muestras necesarias, continuando con el siguiente paso, donde se realizó el proceso de extracción; en este proceso se tuvo inconvenientes en la capa de arena, al presentar una capa sin estructura como es grano simple, suelto, lo cual tomó más tiempo en la extracción, al final se logró culminar.



En fase de laboratorio las muestras fueron ingresadas al Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare LABSAF de la EEA-Illpa, siendo un total de cuatro muestras para ello se realizó el análisis de caracterización.

En la fase de taller se trabajó sin inconvenientes, en la apertura de orificios se realizó con rejilla de plástico y con la ayuda de taladro, en el caso de la última capa no se realizó ningún agujero por ser material suelto (arena), después, se continuó con la aplicación de las diluciones de goma blanca y agua destilada, posterior a ello, se aplicó goma sin diluir y se cubrió con yute toda la columna de suelo y se procedió a prensar a la madera de soporte, dicha madera también se le aplicó goma sin diluir (goma blanca pura) y se le prensó por un tiempo hasta lograr su adherencia total. Finalmente, el tallado del monolito se realizó sin inconvenientes retirando el material suelto quedando así en un espesor de 3.5 a 4 cm.

#### **4.3.4 Suelo de la Sub Estación Experimental Agraria San Gabán**

Para la fase de campo se optó viajar a la provincia de Carabaya, Distrito de San Gabán, donde se encuentra la Sub Estación Experimental Agraria San Gabán que pertenece a la EEA-Illpa del INIA, en uno de los predios se realizó la elección del sitio siendo este en las áreas del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L), después, se realizó la apertura de calicata hasta los 100 cm debido a que se tuvo la presencia de cantos rodados, seguidamente, se leyó el perfil de suelo y se tomó nota de datos en la ficha de campo. En el perfil se pudo observar cinco horizontes/capas, el primero siendo un Ap (horizonte con disturbios labranza), seguida del horizonte AB (transición), tercero un Bw (formación de estructura) y por último, las capas C1 y C2, cada uno de los horizontes fueron muestreados. La extracción, se efectuó sin inconveniente y podemos resaltar que para este caso el monolito extraído es diferente a las anteriores, siendo esta de 95 cm, la profundidad se eligió por presencia de cantos rodados indicado anteriormente.



En fase de laboratorio las muestras fueron ingresadas al Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliáres LABSAF de la EEA-IIIpa, siendo un total de cinco muestras para ello se realizó el análisis de caracterización.

En la fase de taller podemos destacar que, en este caso, para la realización de los agujeros se optó por realizarlo con un punzón, estando la columna de suelo húmeda, esto nos permitió la facilidad de realizar esta actividad y reducir el tiempo, culminado la realización de orificios se dejó para secar. Para la impregnación, se realizó la preparación de las diluciones de goma blanca y agua destilada y se le aplicó a la columna de suelo, seguidamente se aplicó goma sin diluir y se colocó el yute, después se realizó el prensado a la madera de soporte para su adherencia. El tallado final, se realizó con desarmador plano y punzones eliminando el material suelto que no se haya adherido, quedando un espesor de 3.5 a 4 cm (recomendado) y por último se pintó los bordes de la madera de soporte de color negro.

(Torres et al., 2003), realizó trabajos de elaboración y preservación de monolitos de suelo usando goma de carpintero o goma blanca, logrando resultados ventajosos, con el presente trabajo realizado se llega a obtener resultados similares con la elaboración de cuatro monolitos de suelo.



## V. CONCLUSIONES

Los resultados de caracterización, fueron: En el suelo Salcedo, presenta  $\text{CaCO}_3$  en los tres primeros horizontes, además, presenta el epipedón mollic, cuya fertilidad natural del suelo media. El suelo Illpa – Waru Waru, tiene el epipedón mollic, también, presenta una textura arcillosa hasta los 68 cm, que está sobre un depósito aluvial, y tiene una fertilidad natural media. Mientras, el suelo Illpa - Río, presenta una discontinuidad litológica, con fertilidad natural del suelo bajo. El Suelo San Gabán, presenta un epipedón ocric, con bajo porcentaje de saturación de bases y la fertilidad natural del suelo es media.

La clasificación de suelos de la EEA -Illpa, según el Soil Taxonomy, los suelos Salcedo e Illpa – Waru Waru se clasificaron como orden Mollisol. Mientras que los suelos Illpa – Río y San Gabán se clasificaron como orden Inceptisol. Para la clasificación en la WRB, los suelos Salcedo e Illpa – Waru Waru se clasificaron como Phaeozem. Mientras que los suelos Illpa – Río y San Gabán se clasificaron como Cambisol.

Finalmente, en la elaboración de monolitos de suelo se concluyó con la realización de cuatro monolitos, empleando la metodología de Stalin Torres. Los monolitos de suelos Salcedo, Illpa – Waru Waru y Illpa - Río tiene dimensiones de 0.25 m de ancho y 1.39 m de altura y por último para el monolito del suelo San Gabán posee una variación en la altura que es de 0.80 m.



## VI. RECOMENDACIONES

Se sugiere realizar investigaciones en caracterización, estudios de suelos de diferentes zonas de nuestra región, con el fin de conocer sus características físico químicas del suelo, con la finalidad de determinar los usos y manejo de suelos.

Dar continuidad con la clasificación de suelos en distintos lugares que aún no hayan sido trabajadas, con la finalidad de estimar las áreas que ocupan cada tipo de suelo, según los dos sistemas universales de clasificación como son: Soil Taxonomy y la WRB, y estas informaciones puedan ser difundidas.

Para el tema de elaboración de monolitos de suelo, se recomienda difundir la metodología de elaboración de monolitos de suelo, haciendo uso de la goma blanca por tener resultados muy buenos para esta clase de trabajos, además, adecuar la extracción en suelos arenosos, debido a lo complicado que resulta en este tipo de texto. Finalmente, se sugiere continuar con la elaboración y colección de monolitos con el fin de implementar un museo de suelos a futuro.





## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aparin, B. F., Gerasimova, M. I., Lebedeva, I. I., Sukhacheva, E. I., & Tonkonogov, V. D. (2007). Verification of the classification and diagnostic system of Russian soils (2004) on the materials of a collection of soil monoliths from the V.V. Dokuchaev Central Soil Museum. *Eurasian Soil Science*, 40(5), 478–484. <https://doi.org/10.1134/S106422930705002X>
- Bell, L. (2008). Engaging the public in technology policy: A new role for science museums. *Science Communication*, 29(3), 386–398. <https://doi.org/10.1177/1075547007311971>
- Buol, S. W., Southard, R. J., Graham, R. C., & McDaniel, P. A. (2011). Soil Genesis and Classification: Sixth Edition. *Soil Genesis and Classification: Sixth Edition*. <https://doi.org/10.1002/9780470960622>
- Castañeda, D. (2014). *Diseño e implementación del museo virtual de suelos - CRISAP 2014*. Tesis. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/4612>
- Castañeda Medina, D. E. (2014). Diseño e implementación del museo virtual de suelos - CRISAP 2014. *Universidad Nacional de La Amazonía Peruana*. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/4612>
- Herrera Torres. (2010). *Suelos: con énfasis del Altiplano*. Pág. 258.
- Hernández Sampieri, F. C., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Sexta Edición–UCA.
- IUSS Working Group WRB. (2022). *World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps* (International Union of Soil Sciences (IUSS), Ed.; 4th ed.).
- Jaramillo, D. F., Parra, L. N., & Gonzales, L. H. (1994). *El recurso suelo en Colombia. Distribucion y Evaluacion*.
- Lince S., L. A., & Sadeghian K., S. (2021). *Taxonomía de suelos Consideraciones para la zona cafetera de Colombia*. <https://doi.org/10.38141/10782/045>
- Lladós Soldevila, A., Adell, J., Puras, G., & Rivas, G. (2017). Monolitos de suelo en el territorio del proyecto Geoparque Conca de Tremp-Montsec: Ciencia para la



educación. *Patrimonio Geológico, Gestionando La Parte Abiótica Del Patrimonio Natural*, 2017, ISBN 978-84-9138-032-0, Págs. 383-390, June, 383–390.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8165343&info=resumen&idoma=ENG>

Más Martínez, R., Pineda Ruiz, E., Viñas Quintero, Y., & Villegas Delgado, R. (2021). *Centro de información y referencia de suelos para la enseñanza y conservación del patrimonio edafológico*.

Municipalidad Provincial de Carabaya, & Programa Minam+CAF. (2018). *Zonificación Ecológica y Económica (ZEE) Estudio temático «Suelos y capacidad de uso mayor» Carabaya - Puno*. 52-53.

Naty, S. (2023). *Evaluación de soluciones extractoras de fósforo (P) disponible mediante la aplicación de una fuente fosfatada en diferentes tipos de suelos*. <https://repositorio.unap.edu.pe/Handle/20.500.14082/19384.2023>.

ONERN, & CORPUNO. (1984). *Inventario, evaluación e Integración de los Recursos Naturales de la Micro Región Puno*.

(ONERN), O. N. de E. de R. N., & (CORPUNO), C. de D. y P. S. y E. del D. de P. (1965). *Programa de inventario y evaluación de los recursos naturales del departamento de Puno: Sector de prioridad I*.

Porta, J., Casanellas, J., Lopez - Acevedo, M., & Poch, R. (2014). *Edafología: uso y protección de suelos* (4ta ed.). Mundi - Prensa. [https://books.google.com.pe/books?id=SZ3BDwAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=SZ3BDwAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

Richer-de-Forges, A. C., Lowe, D. J., Minasny, B., Adamo, P., Amato, M., Ceddía, M. B., dos Anjos, L. H. C., Chang, S. X., Chen, S., Chen, Z. S., Feller, C., García-Rodeja, E., Goulet, R. C., Hseu, Z. Y., Karklins, A., Kim, H. S., Leenaars, J. G. B., Levin, M. J., Liu, X. N., ... Arrouays, D. (2021). A review of the world's soil museums and exhibitions. *Advances in Agronomy*, 166, 277–304. <https://doi.org/10.1016/BS.AGRON.2020.10.003>

Sanches, J. (2005). PERFILES MODALES DE COLOMBIA, UNA VISIÓN RÁPIDA DESDE EL MUSEO NACIONAL DE SUELOS. In *Análisis Geográficos* (pp.



- 74–83). In: Numero 33. IGAC. Número especial memoria del tercer seminario nacional de suelos.  
[https://www.researchgate.net/publication/331453610\\_MODAL\\_PROFILES\\_OF\\_COLOMBIA\\_A\\_QUICK\\_VIEW\\_FROM\\_THE\\_NATIONAL\\_MUSEUM\\_OF\\_SOILS\\_PERFILES\\_MODALIS\\_DE\\_COLOMBIA\\_UNA\\_VISION\\_RAPIDA\\_DESDE\\_EL\\_MUSEO\\_NACIONAL\\_DE\\_SUELOS](https://www.researchgate.net/publication/331453610_MODAL_PROFILES_OF_COLOMBIA_A_QUICK_VIEW_FROM_THE_NATIONAL_MUSEUM_OF_SOILS_PERFILES_MODALIS_DE_COLOMBIA_UNA_VISION_RAPIDA_DESDE_EL_MUSEO_NACIONAL_DE_SUELOS)
- Sardón Nina, S., Zapata Hernández, R. D., & Arias López, L. A. (2021). Favorable morphoclimatic factors for the preservation of wetting organic carbon in mountain soils. *Peruvian Journal of Agronomy*, 5(1), 35.  
<https://doi.org/10.21704/PJA.V5I1.1680>
- Schaetzl, R. J., & Thompson, M. L. (2015). *Soils: Genesis and Geomorphology - Randall J. Schaetzl, Michael L. Thompson - Google Books*.  
<https://books.google.com/books/about/Soils.html?id=YSZhBwAAQBAJ>
- SENAMHI (2021). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, Estaciones región Puno.
- Soil Survey Staff. (2022). *Keys to Soil Taxonomy, 13th edition* (13th ed.). Natural Resources Conservation Service.
- Solà, C. A., & Soldevila, A. L. (2019). *Descubriendo la importancia y la diversidad de los suelos mediante monolitos de suelo. Recursos didácticos para la Enseñanza Secundaria*. 27(1), 31.
- Stoof, C. R., Candel, J. H. J., Van Der Wal, L. A. G. M., & Peek, G. (2019). Soil lacquer peel do-it-yourself: Simply capturing beauty. *SOIL*, 5(2), 159–175.  
<https://doi.org/10.5194/SOIL-5-159-2019>
- Survey Staff, S. (1999). *Soil Taxonomy A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service*.
- Torres, S., Martínez, M., & Perdomo, C. (2003a). PROPUESTA METODOLÓGICA Y EXPERIENCIAS EN LA PREPARACIÓN E IMPREGNACIÓN DE MONOLITOS DE SUELO USANDO GOMA DE CARPINTERO. In *Bioagro* (Vol. 15, Issue 1).



- Torres, S., Martínez, M., & Perdomo, C. (2003b). PROPUESTA METODOLÓGICA Y EXPERIENCIAS EN LA PREPARACIÓN E IMPREGNACIÓN DE MONOLITOS DE SUELO USANDO GOMA DE CARPINTERO. In *Bioagro* (Vol. 15, Issue 1).
- Van Baren, J. H. V, & Bomer, W. (1979). *PROCEDURES FOR THE COLLECTION AND PRESERVATION OF SOIL PROFILES*.
- Wright, M. J. (1971). The preparation of soil monoliths for the Ninth International Congress of Soil Science, Adelaide, 1968. *Geoderma*, 5(2), 151–159. [https://doi.org/10.1016/0016-7061\(71\)90019-X](https://doi.org/10.1016/0016-7061(71)90019-X)
- Zamora, C. (1972). *Clasificación y mapeo de suelos en el Peru*. <https://doi.org/10.3/JQUERY-UIJS>

## ANEXOS

### DESCRIPCIÓN DE PERFILES DE SUELO DEL MONOLITO N° 1

#### CARACTERÍSTICAS GENERALES

<b>Lugar</b>	: Estación Experimental Anexo Salcedo – INIA
<b>Distrito</b>	: Puno
<b>Provincial</b>	: Puno
<b>Departamento</b>	: Puno
<b>Ubicación geográfica</b>	: 15°52'28.6968" Latitud Sur, 70°0'3.5747" Longitud oeste : UTM Zona 19S, Este: 392831, Norte: 8243973
<b>Altitud</b>	: 3844 m.s.n.m.
<b>Suelo</b>	: Salcedo
<b>Clasificación natural</b>	: Soil Taxonomy (2022): Francosa fina, Fluventic Haplustoll : WRB (2022): Cambic PHAEOZEM (Epiloamic, Humic)
<b>Material parental</b>	: Aluvio - Coluvial
<b>Paisaje</b>	: Llanura
<b>Unidad geomorfológica</b>	: Superficie llana
<b>Pendiente</b>	: 0 - 2 %
<b>Vegetación</b>	: Terreno en descanso
<b>Pedregosidad superficial</b>	: Libre
<b>Zona de vida</b>	: Bosque húmedo - Montano Subtropical (bh-MS)
<b>Descrito y elaborado por</b>	: David Jonathan Mamani Nina

#### DESCRIPCIÓN DEL PERFIL

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
Ap	0-19	Franco; Pardo amarillento oscuro (10YR 3/4), en Húmedo; granular, media, moderada; firme; ligeramente alcalino (pH 7.4); contenido de materia orgánica (2.58%); reacción muy ligera al ácido clorhídrico (1.10%); raíces finas medias, pocas. Límite de horizonte, claro, suave al
A	19-33	Franco; pardo muy oscuro (10YR 2/2), en húmedo; granular, media, moderada; firme; ligeramente alcalino (pH 7.6); contenido de materia orgánica (1.72%); reacción muy ligera al ácido clorhídrico (1.60%); raíces finas, medias, pocas; gravas subangulares en un 10%. Límite de horizonte, claro, suave al
AB	33-45	Franco; negro (10YR 2/1), en húmedo; granular, media, moderada; friable; ligeramente alcalino (pH 7.7); contenido de materia orgánica (1.26%); reacción muy ligera al ácido clorhídrico (1.20%); raíces finas, medias, pocas; gravas subredondeadas en un 50%. Límite de horizonte, abrupto, suave al
Bw1	45-68	Franco; pardo muy oscuro (10YR 2/2), en húmedo; bloques subangulares, media, moderada; muy friable; moderadamente alcalino (pH 8.00); contenido de materia orgánica (1.32%); raíces finas medias, pocas. Límite de horizonte, claro, suave al
Bw2	68-99	Franco arcilloso; negro (10YR 2/1), en húmedo; bloques angulares, media, fuerte; firme; moderadamente alcalino (pH 8.10); contenido de materia orgánica (1.85%). Límite de horizonte, abrupto, suave al
C1	99-117	Franco; pardo oscuro a pardo (10YR 4/3), en húmedo; masivo; friable; moderadamente alcalino (pH 8.00); contenido de materia orgánica (0.79%); gravas subredondeadas en un 10%. Límite de horizonte, abrupto, suave al
C2	117-135	Franco arcilloso; pardo oscuro a pardo (10YR 4/3), en húmedo; masivo; friable; moderadamente alcalino (pH 8.2); contenido de materia orgánica (0.33%); reacción muy ligera al ácido clorhídrico (1.10%).



## DESCRIPCIÓN DE PERFILES DE SUELO DEL MONOLITO N° 2

### CARACTERÍSTICAS GENERALES

<b>Lugar</b>	: Estación Experimental Agraria Illpa – INIA
<b>Distrito</b>	: Paucarcolla
<b>Provincia</b>	: Puno
<b>Departamento</b>	: Puno
<b>Ubicación geográfica</b>	: 15°40'38.24" Latitud Sur, 70°4'42.27" Longitud oeste UTM Zona 19S, Este: 384430, Norte: 8265773
<b>Altitud</b>	: 3828 m.s.n.m.
<b>Suelo</b>	: Illpa – Waru Waru
<b>Clasificación natural</b>	: Soil Taxonomy (2022): Arcillosa (fina), Fluventic Haplustoll WRB (2022): Fluvis Cambic PHAEOZEM (Clayic, Humic)
<b>Material parental</b>	: Aluvial
<b>Paisaje</b>	: Llanura
<b>Unidad geomorfológica</b>	: Superficie llana
<b>Pendiente</b>	: 0 - 2 %
<b>Vegetación</b>	: Terreno en descanso en Waru Waru
<b>Pedregosidad superficial</b>	: Libre
<b>Zona de vida</b>	: Bosque húmedo - Montano Subtropical (bh-MS)
<b>Descrito y elaborado por</b>	: David Jonathan Mamani Nina

### DESCRIPCIÓN DEL PERFIL

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
Ap	0-26	Arcillo limoso; pardo muy oscuro (10YR 2/2), en húmedo; granular, medio, fuerte; extremadamente duro; neutro (pH 7.1); contenido de materia orgánica (3.1%); raíces finas, medias, comunes. Límite de horizonte difuso, suave al
Bw1	26-38	Arcillo limoso; pardo muy oscuro (10YR 2/2), en húmedo; bloques subangulares, media, moderada; extremadamente duro; ligeramente alcalina (pH 7.6); contenido de materia orgánica (2.0%); raíces finas, pocas. Límite de horizonte difuso, suave al
Bw2	38-68	Arcilla; negro (10YR 2/1), en húmedo, bloques subangulares, media, moderada; firme; ligeramente alcalino (pH 7.5); contenido de materia orgánica (1.6%); reacción muy ligera al ácido clorhídrico (1.20%); raíces finas pocas. Límite de horizonte abrupto, suave al
C1	68-106	Franco arenoso; pardo oscuro a oscuro (7.5YR 4/4), en húmedo, masivo; firme; moderadamente alcalino (pH 8.4); contenido de materia orgánica (0.2%); reacción fuertemente al ácido clorhídrico (6.40%); raíces finas, muy pocas. Límite de horizonte claro, suave al
C2	106-137	Arena franca; pardo oscuro (7.5 YR 3/4), en húmedo; grano simple; suelto; fuertemente alcalino (pH 8.5); contenido de materia orgánica (0.1%); reacción muy ligera al ácido clorhídrico (0.80%).



## DESCRIPCIÓN DE PERFILES DE SUELO DEL MONOLITO N° 3

### CARACTERÍSTICAS GENERALES

<b>Lugar</b>	: Estación Experimental Agraria Illpa – INIA
<b>Distrito</b>	: Paucarcolla
<b>Provincia</b>	: Puno
<b>Departamento</b>	: Puno
<b>Ubicación geográfica</b>	: 15°41'34.5768" Latitud Sur, 70°4'43.1424" Longitud oeste : UTM Zona 19S, Este: 384413, Norte: 8264041
<b>Altitud</b>	: 3820 m.s.n.m.
<b>Suelo</b>	: Illpa - Río.
<b>Clasificación natural</b>	: Soil Taxonomy (2022): Francosa gruesa, Fluventic Haplustept : WRB (2022): Fluvic Eutric CAMBISOL (Endoarenic, Epiloamic)
<b>Material parental</b>	: Aluvial
<b>Paisaje</b>	: Llanura
<b>Unidad geomorfológica</b>	: Superficie llana
<b>Pendiente</b>	: 0 - 2 %
<b>Vegetación</b>	: Pastizal en descanso
<b>Pedregosidad superficial</b>	: Libre
<b>Zona de vida</b>	: Bosque húmedo - Montano Subtropical (bh-MS)
<b>Descrito y elaborado por</b>	: David Jonathan Mamani Nina

### DESCRIPCIÓN DEL PERFIL

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-10	Franco; pardo oscuro (10YR 3/3), en húmedo; granular, medio, moderado; muy duro; ligeramente alcalino (pH 7.5); contenido de materia orgánica (1.9%); reacción ligera al ácido clorhídrico (2.60%); raíces muy gruesas, comunes. Límite de horizonte difuso, suave al
Bw	10-35	Franco; pardo oscuro (10YR 3/3) en un 60% blanco (W 9.5/N) en un 40%, ambos en húmedo; bloques subangulares, muy firme; modernamente alcalina (pH 8.0); contenido de materia orgánica (0.7%); reacción fuertemente al ácido clorhídrico (4.20%); raíces finas, pocas. Límite de horizonte claro, suave al
C	35-60	Franco; pardo amarillento oscuro (10YR 4/4) en un 95% y blanco (W 9.5/N) en un 5%, ambos en húmedo, masivo; muy firme; fuertemente alcalino (pH 8.5); contenido de materia orgánica (0.2%); reacción fuertemente al ácido clorhídrico (3.10%); raíces finas pocas. Límite de horizonte abrupto, suave al
2C	60-120	Arenoso; pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo, grano simple; suelto; moderadamente alcalino (pH 8.1); contenido de materia orgánica (0.2%).



## DESCRIPCIÓN DE PERFILES DE SUELO DEL MONOLITO N° 4

### CARACTERÍSTICAS GENERALES

<b>Lugar</b>	: Sub Estación Experimental Agraria San Gabán – INIA
<b>Distrito</b>	: San Gaban
<b>Provincia</b>	: Carabaya
<b>Departamento</b>	: Puno
<b>Ubicación geográfica</b>	: 13°25'27.0876" Latitud Sur, 70°23'18.0639", Longitud oeste UTM Zona 19S, Este: 349692, Norte: 8514937
<b>Altitud</b>	: 605 m.s.n.m.
<b>Suelo</b>	: Lanlacuni bajo
<b>Clasificación natural</b>	: Soil Taxonomy (2022): Francosa gruesa, Fluventic Dystrudepts : WRB (2022): Fluvic Dystric CAMBISOL (Ochric, Pantoloamic)
<b>Material parental</b>	: Deposito Aluvial
<b>Paisaje</b>	: Llanura
<b>Unidad geomorfológica</b>	: Superficie llana
<b>Pendiente</b>	: 0 - 2 %
<b>Vegetación</b>	: Terreno con cultivo de Cacao
<b>Pedregosidad superficial</b>	: Libre
<b>Zona de vida</b>	: Bosque pluvial – Subtropical (bp-S)
<b>Descrito y elaborado por</b>	: David Jonathan Mamani Nina


### DESCRIPCIÓN DEL PERFIL

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
Ap	0-5	Franco arenoso; pardo muy oscuro (10YR 2/2), en húmedo; granular, medio, moderado; muy friable; fuertemente ácida (pH 4.1); contenido de materia orgánica (7.11%); raíces finas, abundantes. Límite de horizonte claro, ondulado al
AB	5-29	Franco arenoso; pardo oscuro a pardo (10YR 4/3), en húmedo; bloques subangulares, moderada; friable; fuertemente ácida (pH 4.8); contenido de materia orgánica (1.52%); raíces finas, pocas. Límite de horizonte claro, suave al
Bw	29-59	Franco arenoso; pardo amarillento oscuro (10YR 4/6), en húmedo, bloques subangulares, media; friable; fuertemente ácida (pH 5.0); contenido de materia orgánica (1.52%); raíces finas pocas. Límite de horizonte claro, suave al
C1	59-79	Franco arenoso; pardo olivo (2.5YR 4/4), en húmedo, masivo; firme; fuertemente ácida (pH 5.0); contenido de materia orgánica (0.79%); raíces finas, muy pocas. Límite de horizonte gradual, suave al
C2	79-95	Franco arenoso; pardo olivo (2.5 YR 4/4), en húmedo; masivo; muy friable; fuertemente ácida (pH 5.0); contenido de materia orgánica (0.46%).





## RESULTADO DE ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS




### INFORME DE ENSAYO

N° 08102-22/SU/ILLPA

---

**I. INFORMACIÓN GENERAL**

Cliente	: Estación Experimental Agraria Ilpa/Prosuelos
Propietario / Productor	: Pro Suelos
Dirección del cliente	: Km 22 Carretera Puno-Juliacá -Paucarcolla
Solicitado por	: David Jonathan Mamani Nina.
Muestreo por	: Cliente.
Número de muestra(s)	: 28 muestras.
Producto declarado	: Suelo Agrícola.
Presentación de las muestra(s)	: Bolsa de plástico.
Referencia del muestreo	: Ilpa
Procedencia de muestra(s)	: Paucarcolla/Puno/Puno.
Fecha(s) de muestreo	: 2022-08-8 al 2022-08-11 (*)
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2022-08-12
Lugar de ensayo	: LABSAF Ilpa.
Fecha(s) de análisis	: 2022-08-15
Cotización del servicio	: 107-22-ILL
Fecha de emisión	: 2022-09-26



---

**II. RESULTADO DE ANÁLISIS**

ITEM	1	2	3	4	5	6		
Código de Laboratorio	SU950-ILL-22	SU951-ILL-22	SU952-ILL-22	SU953-ILL-22	SU954-ILL-22	SU955-ILL-22		
Matriz Analizada	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo		
Fecha de Muestreo	2022-08-11	2022-08-11	2022-08-11	2022-08-11	2022-08-11	2022-08-11		
Hora de Inicio de Muestreo (h)	12:35 (*)	12:21 (*)	13:30 (*)	14:30 (*)	15:30 (*)	17:10 (*)		
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada		
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	CAL01-01/UTMX:03849 54/UTMY:82657 15/3830	CAL01-02/UTMX:03849 54/UTMY:82657 15/3830	CAL01-03/UTMX:03849 54/UTMY:82657 15/3830	CAL01-04/UTMX:38495 4/UTMY:826571 5/3830	CAL01-05/UTMX:38495 4/UTMY:826571 5/3830	CAL03-01/UTMX:03839 76/UTMY:82648 62/3824		
		<b>Resultados</b>						
Ensayo	Unidad	LC						
pH	und. pH	-	5,9	7,0	7,5	7,8	8,2	7,1
Conductividad Eléctrica	mS/m	-	6,5	11,2	11,6	16,2	21,3	8,4
Materia Orgánica	%	-	2,7	1,5	1,3	1,5	0,1	4,7
Nitrógeno	%	-	0,10	0,05	0,04	0,05	0,003	0,001
Fósforo	ppm	-	2,90	2,40	2,35	2,75	0,95	2,20
Potasio	ppm	-	430,07	312,78	430,07	762,41	742,86	410,52
Carbonatos calcio	%	-	0,00	0,00	1,32	1,01	0,00	0,00
<b>Análisis de Mecánico</b>								
Arena	%	-	16	16	14	16	62	33
Limo	%	-	53	53	59	37	17	50
Arcilla	%	-	31	31	27	47	21	17
Clase Textural	-	-	Franco arcillo Limoso	Franco arcillo Limoso	Franco Limoso	Arcilla	Franco Arcillo Arenoso	Franco Limoso
<b>Cationes Intercambiables</b>								
Aluminio (Al)	meq/100g	-	T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Calcio (Ca)	meq/100g	-	17,40	26,90	28,40	31,00	13,60	9,40
Magnesio (Mg)	meq/100g	-	2,40	7,80	9,10	10,50	10,40	22,40
Potasio (K)	meq/100g	-	0,56	0,49	0,61	0,50	0,62	0,79
Sodio (Na)	meq/100g	-	0,06	0,07	0,08	0,23	0,39	0,09
Suma de Cationes	meq/100g	-	20,42	35,26	38,19	42,23	25,01	32,68
Capacidad de Intercambio catiónico	meq/100g	-	22,10	38,00	40,00	44,20	26,80	34,00

Página 1 de 4

LABSAF Ilpa  
Dirección: Rinconada Salcedo - Salcedo - Puno

F-46 / Ver.02



LABSAF

### INFORME DE ENSAYO

N° 08102-22/SU/ILLPA

ITEM	19	20	21	22	23	24	
Código de Laboratorio	SU968-ILL-22	SU969-ILL-22	SU970-ILL-22	SU971-ILL-22	SU972-ILL-22	SU973-ILL-22	
Matriz Analizada	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	
Fecha de Muestreo	2022-08-12	2022-08-12	2022-08-12	2022-08-12	2022-08-12	2022-08-12	
Hora de Inicio de Muestreo (h)	13:00 (*)	12:50 (*)	12:41 (*)	12:38 (*)	12:20 (*)	11:58 (*)	
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	CAL07-01/UTMX:03384 720/UTMY:8264 593/3823	CAL07-02/UTMX:03384 720/UTMY:8264 593/3823	CAL07-03/UTMX:03384 720/UTMY:8264 593/3823	CAL07-04/UTMX:03384 720/UTMY:8264 593/3823	CAL07-05/UTMX:03384 720/UTMY:8264 593/3823	CAL07-06/UTMX:03384 720/UTMY:8264 593/3823	
<b>Ensayo</b>	<b>Unidad</b>	<b>LC</b>	<b>Resultados</b>				
pH	und. pH	--	6.6	6.3	6.4	6.3	6.3
Conductividad Eléctrica	mS/m	--	4.9	3.4	3.9	2.6	3.5
Matena Orgánica	%	--	3.2	1.00	0.4	0.1	0.1
Nitrógeno	%	--	0.11	0.03	0.01	0.003	0.003
Fósforo	ppm	--	5.35	11.35	7.55	10.40	3.90
Potasio	ppm	--	195.49	547.37	195.49	312.78	195.49
Carbonatos calcio	%	--	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Análisis de Mecánico</b>							
Arena	%	--	28	28	60	70	68
Limo	%	--	45	39	19	23	11
Arcilla	%	--	27	33	21	7	21
Clase Textural	--	--	Franco	Franco Arcilloso	Franco Arcillo Arenoso	Franco Arenoso	Franco Arcillo Limoso
<b>Cationes Intercambiables</b>							
Aluminio (Al)	meq/100g	--	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Calcio (Ca)	meq/100g	--	8.70	14.10	10.20	6.20	10.40
Magnesio (Mg)	meq/100g	--	3.70	7.60	3.80	3.80	5.80
Potasio (K)	meq/100g	--	0.52	0.57	0.52	0.56	0.42
Sodio (Na)	meq/100g	--	0.06	0.11	0.10	0.07	0.08
Suma de Cationes	meq/100g	--	12.98	22.38	14.62	10.63	16.70
Capacidad de Intercambio catiónico	meq/100g	--	14.10	24.00	16.00	12.00	18.00

ITEM	25	26	27	28	29	30
Código de Laboratorio	SU974-ILL-22	SU975-ILL-22	SU976-ILL-22	SU977-ILL-22	--	--
Matriz Analizada	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	--	--
Fecha de Muestreo	2022-08-12	2022-08-12	2022-08-12	2022-08-12	--	--
Hora de Inicio de Muestreo (h)	11:30 (*)	11:20 (*)	11:10 (*)	11:07 (*)	--	--
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	--	--
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	CAL08-01/UTMX:03844 16/UTMY:82740 47/3820	CAL08-02/UTMX:03844 16/UTMY:82740 47/3820	CAL08-03/UTMX:03844 16/UTMY:82740 47/3820	CAL08-04/UTMX:03844 16/UTMY:82740 47/3820	--	--
<b>Ensayo</b>	<b>Unidad</b>	<b>LC</b>	<b>Resultados</b>			
pH	und. pH	--	7.5	8.0	8.5	8.1
Conductividad Eléctrica	mS/m	--	12.4	14.9	20.8	6.8
Matena Orgánica	%	--	1.9	0.7	0.2	0.2
Nitrógeno	%	--	0.07	0.02	0.007	0.007
Fósforo	ppm	--	0.60	0.15	0.05	0.60
Potasio	ppm	--	312.78	332.33	547.37	215.03
Carbonatos calcio	%	--	2.60	4.20	3.10	0.00
<b>Análisis de Mecánico</b>						
Arena	%	--	29	29	45	91
Limo	%	--	48	48	45	8
Arcilla	%	--	23	23	10	1
Clase Textural	--	--	Franco	Franco	Franco	Arenoso
<b>Cationes Intercambiables</b>						
Aluminio (Al)	meq/100g	--	0.00	0.00	0.00	0.00
Calcio (Ca)	meq/100g	--	17.40	18.50	16.50	2.00
Magnesio (Mg)	meq/100g	--	4.90	9.00	6.50	0.40
Potasio (K)	meq/100g	--	0.47	0.46	0.45	0.53
Sodio (Na)	meq/100g	--	0.03	0.21	0.34	0.13
Suma de Cationes	meq/100g	--	22.77	28.17	23.79	3.06
Capacidad de Intercambio catiónico	meq/100g	--	24.00	30.00	24.40	4.20





**INFORME DE ENSAYO**  
N° 08099-22/SU/ILLPA

**I. INFORMACIÓN GENERAL**

Cliente : Pro Suelo y Aguas  
 Propietario / Productor : -  
 Dirección del cliente : Rinconada Salcedo S/N  
 Solicitado por : David Jonathan Mamani Nina.  
 Muestreado por : Cliente  
 Número de muestra(s) : 07 muestras  
 Producto declarado : Suelo Agrícola  
 Presentación de las muestras(s) : Bolsa de plástico  
 Referencia del muestreo : Reservado por el Cliente  
 Procedencia de muestra(s) : Salcedo/Puno/Puno.  
 Fecha(s) de muestreo : 2022-08-03 (\*)  
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2022-08-04  
 Lugar de ensayo : LABSAF Iipa  
 Fecha(s) de análisis : 2022-08-05  
 Cotización del servicio : 104-22-ILL  
 Fecha de emisión : 2022-08-18



**II. RESULTADO DE ANÁLISIS**

ITEM	1	2	3	4	5	6		
Código de Laboratorio	SU932-ILL-2022	SU933-ILL-2022	SU934-ILL-2022	SU935-ILL-2022	SU936-ILL-2022	SU937-ILL-2022		
Matriz Analizada	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo		
Fecha de Muestreo	2022-08-03	2022-08-03	2022-08-03	2022-08-03	2022-08-03	2022-08-03		
Hora de Inicio de Muestreo (h)	15:00 (*)	15:00 (*)	15:00 (*)	15:00 (*)	15:00 (*)	15:00 (*)		
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada		
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	CAL-1-1/Lote 4/UTMX:191039 2831/UTMY:824 3973/3844	CAL-1-2/Lote 4/UTMX:191039 2831/UTMY:824 3973/3844	CAL-1-3/Lote 4/UTMX:191039 2831/UTMY:824 3973/3844	CAL-1-4/Lote 4/UTMX:191039 2831/UTMY:824 3973/3844	CAL-1-5/Lote 4/UTMX:191039 2831/UTMY:824 3973/3844	CAL-1-6/Lote 4/UTMX:191039 2831/UTMY:824 3973/3844		
<b>Ensayo</b>	<b>Unidad</b>	<b>LC</b>	<b>Resultados</b>					
pH	und. pH	--	7.4	7.6	7.7	8.0	8.1	8.0
Conductividad Eléctrica	mS/m	--	12.8	11.0	11.0	10.1	7.9	7.3
Materia Orgánica	%	--	2.58	1.72	1.26	1.32	1.85	0.79
Nitrógeno	%	--	0.096	0.064	0.047	0.049	0.069	0.029
Fósforo	ppm	--	8.50	8.60	8.11	8.00	7.98	7.60
Potasio	ppm	--	1133.84	1212.03	1270.68	488.72	762.41	899.25
Carbonatos calcio	%	--	1.10	1.60	1.20	0.00	0.00	0.00
<b>Análisis de Mecánico</b>								
Arena	%	--	33.32	42.32	50.72	40.32	24.32	38.32
Limo	%	--	43.56	38.56	32.72	42.56	38.56	38.56
Arcilla	%	--	23.12	19.12	16.6	17.12	37.12	23.12
Clase Textural	--	--	Franco	Franco	Franco	Franco	Franco Arcilloso	Franco
<b>Cationes Intercambiables</b>								
Aluminio (Al)	meq/100g	--	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Calcio (Ca)	meq/100g	--	17.00	18.10	14.30	13.30	19.20	16.30
Magnesio (Mg)	meq/100g	--	1.40	2.70	2.30	1.50	4.60	3.70
Potasio (K)	meq/100g	--	2.20	1.46	1.28	1.70	1.33	1.58
Sodio (Na)	meq/100g	--	0.06	0.07	0.06	0.11	0.17	0.16
Suma de Cationes	meq/100g	--	20.66	22.33	17.94	16.61	25.30	21.74
Capacidad de Intercambio Cationico	meq/100g	--	22.00	24.06	20.00	18.60	26.80	22.20

ITEM	7	8	9	10	11	12
Código de Laboratorio	SU938-ILL-2022	--	--	--	--	--
Matriz Analizada	Suelo	--	--	--	--	--
Fecha de Muestreo	2022-08-03	--	--	--	--	--
Hora de Inicio de Muestreo (h)	15:00	--	--	--	--	--
Condición de la muestra	Conservada	--	--	--	--	--
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	CAL-1-7/Lote 4/UTMX:191039 2831/UTMY:824 3973/3844	--	--	--	--	--
<b>Ensayo</b>	<b>Unidad</b>	<b>LC</b>	<b>Resultados</b>			
pH	und. pH	--	8.2	--	--	--
Conductividad Eléctrica	mS/m	--	6.9	--	--	--
Materia Orgánica	%	--	0.33	--	--	--
Nitrógeno	%	--	0.012	--	--	--
Fósforo	ppm	--	7.02	--	--	--
Potasio	ppm	--	508.27	--	--	--
Carbonatos calcio	%	--	0.00	--	--	--
<b>Análisis de Mecánico</b>						
Arena	%	--	28.32	--	--	--
Limo	%	--	44.56	--	--	--
Arcilla	%	--	27.12	--	--	--
Clase Textural	--	--	Franco Arcilloso-Franco	--	--	--



**INFORME DE ENSAYO**  
N° 11166-22/SU/ILLPA

**I. INFORMACIÓN GENERAL**

Ciente	: Estacion Experimental Agraria IllpaProsuelos.
Propietario / Productor	: Reservado por el Cliente
Dirección del cliente	: Rinconada-Salcedo S/N
Solicitado por	: David Jonathan Mamani Nina.
Muestreado por	: Cliente
Número de muestra(s)	: 05 muestras
Producto declarado	: Suelo Agrícola
Presentación de las muestras(s)	: Bolsa de plástico transparente
Referencia del muestreo	: Reservado por el Cliente
Procedencia de muestra(s)	: San Gabán/ Carabaya / Puno.
Fecha(s) de muestreo	: 2022-10-18(*)
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2022-12-01
Lugar de ensayo	: LABSAF Illpa
Fecha(s) de análisis	: 2022-12-02
Cotización del servicio	: 170-22-ILL
Fecha de emisión	: 2022-12-16



**II. RESULTADO DE ANÁLISIS**

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	SU2547-ILL-22	SU2548-ILL-22	SU2549-ILL-22	SU2550-ILL-22	SU2551-ILL-22	--
Matriz Analizada	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	--
Fecha de Muestreo	2022-10-18	2022-10-18	2022-10-18	2022-10-18	2022-10-18	--
Hora de inicio de Muestreo (h)	12:15 (*)	12:16 (*)	12:18 (*)	12:20 (*)	12:22 (*)	--
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	--
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	CAL-03-01	CAL-2-CH	CAL-3-CH	CAL-4-CH	CAL-5-CH	--
<b>Ensayo</b>	<b>Unidad</b>	<b>LC</b>	<b>Resultados</b>			
pH	und. pH	--	4,1	4,8	5,0	5,0
Conductividad Eléctrica	mS.m	--	18,6	4,5	2,8	4,0
Materia Orgánica	%	--	7,11	3,71	1,52	0,79
Nitrogeno	%	--	0,26	0,13	0,05	0,33
Fósforo	ppm	--	12,80	3,00	1,15	0,55
Potasio	ppm	--	175,94	78,19	332,33	234,58
Carbonatos calcio	%	--	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Análisis de Textura</b>						
Arena	%	--	61	53	63	63
Limo	%	--	34	40	30	28
Arcilla	%	--	5	7	7	9
Clase Textural	--	--	Franco Arenoso	Franco Arenoso	Franco Arenoso	Franco Arenoso
<b>Cationes Intercambiables</b>						
Aluminio (Al)	meq/100g	--	11,60	4,18	1,91	1,70
Calcio (Ca)	meq/100g	--	1,90	0,60	1,10	1,60
Magnesio (Mg)	meq/100g	--	0,10	0,70	0,50	0,80
Potasio (K)	meq/100g	--	0,649	0,501	0,831	0,762
Sodio (Na)	meq/100g	--	0,069	0,082	0,047	0,078
Suma de Cationes	meq/100g	--	14,30	6,06	4,38	4,93
Capacidad de Intercambio	meq/100g	--	15,06	8,00	6,00	5,10

**III. METODOLOGÍA DE ENSAYO**

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Conductividad Eléctrica	ISO 11265 1994/Cor.1:1996. Soil quality - Determination of the specific electrical conductivity - Technical Corpendum 1.
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002), ítem 7.1.9 AS-09.2000. Determinación de la textura del suelo por procedimiento de Bouyoucos.
Materia Orgánica	Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego -INIA Ed 1era 2017. ítem 4.5. Pag 39. Determinación de carbono orgánico.
Nitrogeno	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002), ítem 7.3.17 AS-25. Determinación de nitrógeno total en el suelo por procedimiento de digestión.
Fósforo	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002), ítem 7.1.10AS-011.2000. Contenido de fósforo extraíble por el método de Olsen.
Potasio	Manual de los procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego -INIA Ed. 1era.2017. ítem 4.9.1. Pag. 62. Potasio Disponible
Aluminio Intercambiable	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002), ítem 7.3.17 AS-23. Determinación de la acidez y el aluminio intercambiable de citrato de potasio.
Carbonatos de calcio	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002), ítem 7.3.25 AS-29.2000. Determinación de Carbonato de calcio por el método de Neutralización Ácida.
Capacidad de Intercambio cationes	Instrucción Manual 500 795-REV E/03-17 3.2-Fluore Photometer Models PFP7 and PFP7/C.



**INFORME DE ENSAYO**  
**N° 11166-22/SU/ILLPA**

**IV. CONSIDERACIONES**

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- (\*) El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C

**V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO**

- El presente Informe de ensayo ha sido autorizado por: **Jorge Canhuja Rojas - Responsable del laboratorio del LABSAF Sede Illpa**



Firma  
**Jorge Canhuja Rojas**  
Responsable de Laboratorio LABSAF ILLPA

**FIN DE INFORME DE ENSAYO**

II. RESULTADO DE ANÁLISIS	
Item	Resultado
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	
41	
42	
43	
44	
45	
46	
47	
48	
49	
50	
51	
52	
53	
54	
55	
56	
57	
58	
59	
60	
61	
62	
63	
64	
65	
66	
67	
68	
69	
70	
71	
72	
73	
74	
75	
76	
77	
78	
79	
80	
81	
82	
83	
84	
85	
86	
87	
88	
89	
90	
91	
92	
93	
94	
95	
96	
97	
98	
99	
100	

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO	
Ensayo	Norma de Referencia
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	
41	
42	
43	
44	
45	
46	
47	
48	
49	
50	
51	
52	
53	
54	
55	
56	
57	
58	
59	
60	
61	
62	
63	
64	
65	
66	
67	
68	
69	
70	
71	
72	
73	
74	
75	
76	
77	
78	
79	
80	
81	
82	
83	
84	
85	
86	
87	
88	
89	
90	
91	
92	
93	
94	
95	
96	
97	
98	
99	
100	

## PANEL FOTOGRÁFICO

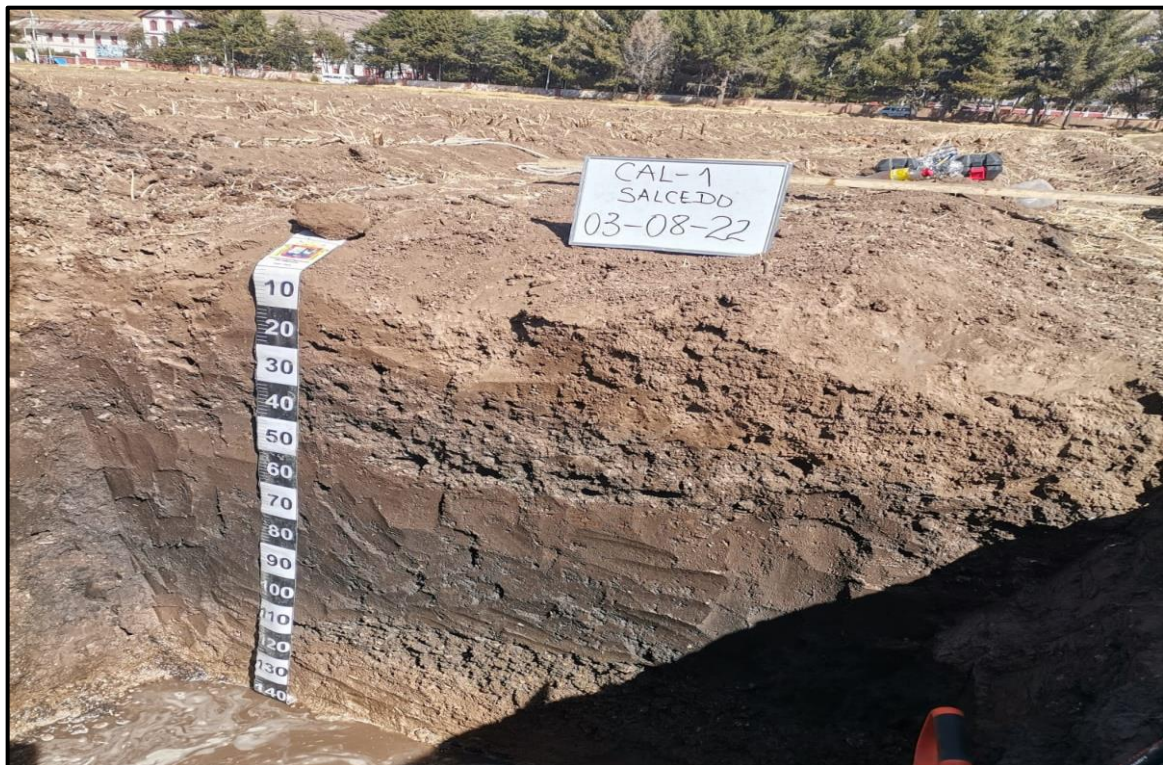
**Figura 18.**

*Paisaje del sitio de extracción del monolito del anexo Salcedo*



**Figura 19.**

*Apertura de la calicata en el Anexo Salcedo*



**Figura 20.**

*Preparación de las diluciones, fase de taller, Anexo Salcedo*



**Figura 21.**

*Tallado final del monolito del Anexo Salcedo*



**Figura 22.**

*Apertura de la calicata para extracción monolito Rio Illpa*



**Figura 23.**

*Tallado final del monolito Rio Illpa*





**Figura 24.**

*Acabado final del monolito de Rio Illpa*



**Figura 25.**

*Apertura de la calicata y lectura del perfil, monolito Illpa - Waru Waru*



**Figura 26.**

*Columna de suelo extraída listo para ser trasladado, monolito Illpa - Waru Waru*



**Figura 27.**

*Colocado de yute, fase taller, impregnación, monolito Illpa - Waru Waru*



**Figura 28.**

*Fase de taller prensado ala madera de soporte, monolito Illpa Waru Waru*



**Figura 29.**

*Acabado final de monolito Illpa – Waru Waru*



**Figura 30.**

*Paisaje de la Sub Estación Experimental Agraria San Gabán*



**Figura 31.**

*Apertura y lectura del perfil de la calicata, San Gabán*



**Figura 32.**

*Perfil de suelo de la Sub Estación Experimental Agraria San Gabán*



**Figura 33.**

*Tallado de la columna de suelo para extracción*



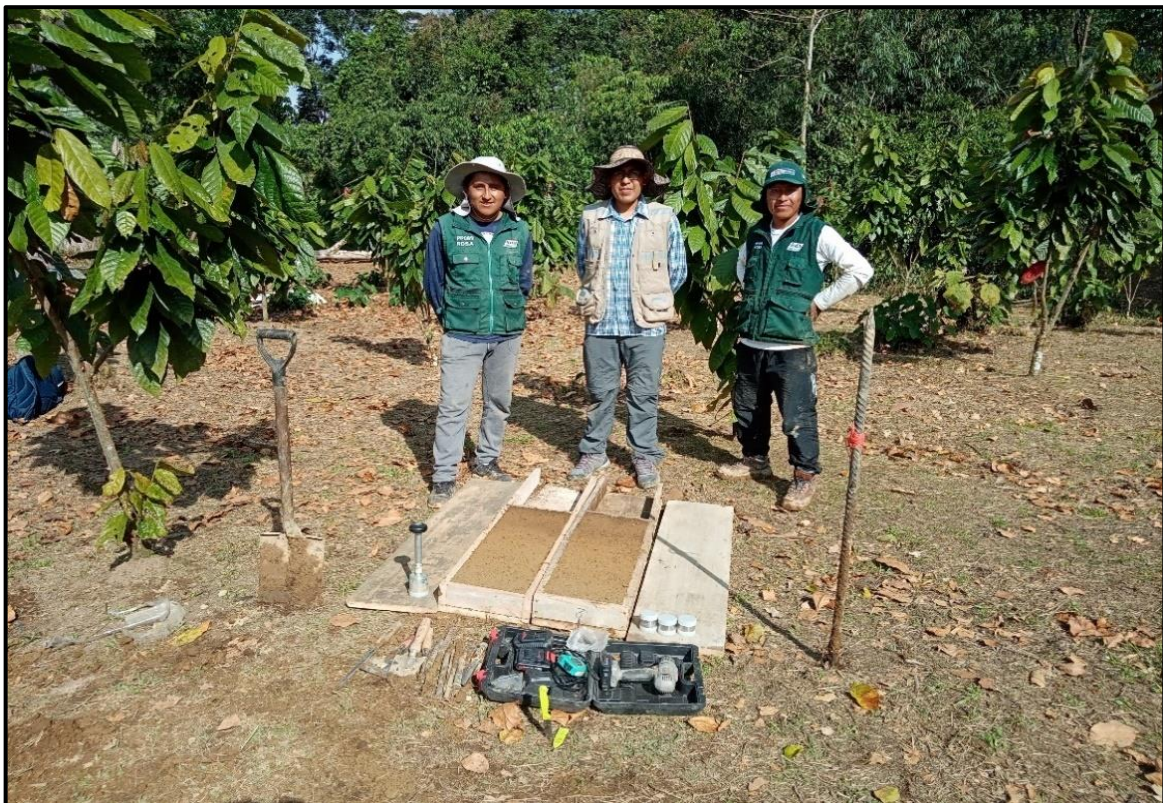
**Figura 34.**

*Extracción del monolito de suelo*



**Figura 35.**

*Fase de campo extracción de monolitos, San Gabán*



**Figura 36.**

*Realización de agujeros con punzón y rejilla de plástico, monolito San Gabán*



**Figura 37.**

*Tallado final de la cara externa, monolito San Gabán*



**Figura 38.**

*Trabajo final etapa de taller monolito San Gabán*



**Figura 39.**

*Trabajo final de montaje y exposición de monolitos*







FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS UNA-PUNO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



**FORMATO N° 1**

\*\*\*\*\*


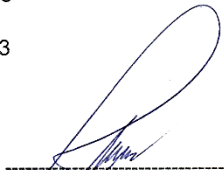

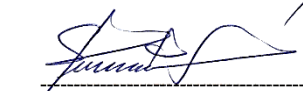
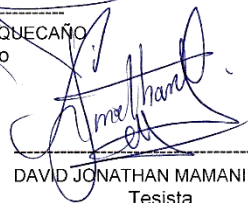
**SEÑOR SUB DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA AGRONOMICA UNA - PUNO:**

En mérito a la evaluación y dictamen del borrador de tesis, titulado **CARACTERIZACIÓN, CLASIFICACIÓN Y ELABORACIÓN DE MONOLITOS DE SUELOS EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA ILLPA – INIA, REGIÓN PUNO**, con código PILAR N° 2022-1098 presentado por el bachiller **DAVID JONATHAN MAMANI NINA**, el jurado revisor lo declara:

**APTO ( X )**

Por tanto, esta expedido para la sustentación no presencial y defensa de la tesis. Determinando que dicho acto académico se lleve a cabo el día **26 de julio del 2023** a las **10:00** horas. Por lo que solicitamos a usted, se efectuó los tramites y la publicación correspondiente para la realización de acuerdo a lo reglamentado.

En Puno (C.U.), a los 11 días del mes de julio del 2023

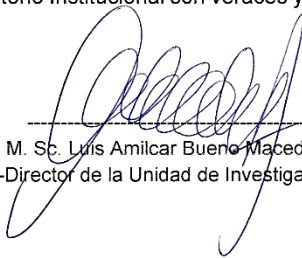
 ----- M. Sc. DANIEL CANAZA MAMANI Presidente	 ----- M. Sc. JUAN LARICO VERA Primer miembro
 ----- D. Sc. JUAN CARLOS LUNA QUECAÑO Segundo miembro	
 ----- M. Sc. SANDRO SARDON NINA Director o asesor de Tesis	 ----- DAVID JONATHAN MAMANI NINA Tesisista

**PROVEÍDO DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**

Considerando que la evaluación y dictamen del borrador de tesis por el jurado revisor se declaró como apto:

Esta Sub-Dirección autoriza el trámite y la publicación de la sustentación presencial y defensa de la tesis; de acuerdo a la fecha y hora determinada por los jurados, en la sala de docentes para su desarrollo. A la misma, los documentos que se presentan para su publicación en el Repositorio Institucional son veraces y auténticos del autor (es).

Puno C.U. 11 de julio del 2023

  
-----  
M. Sc. Luis Amilcar Bueno Macedo  
Sub-Director de la Unidad de Investigación-EPIA



### AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo David Jonathan Mamani Nina,  
identificado con DNI 70190231 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Agronómica  
informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

“Caracterización, clasificación y Elaboración de monolitos de suelos en la Estación Experimental Agraria I.Mpa - INIA, Región Puno”

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

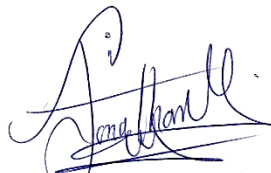
En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 11 de Julio del 2023

  
\_\_\_\_\_  
FIRMA (obligatoria)



Huella



### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo David Jonathan Mamani Nina  
identificado con DNI 70190231 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Agronómica

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

“Caracterización, clasificación y elaboración de monolitos  
de suelo en la Estación Experimental Agraria  
Tilpa - INIA, Región Puno”

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 11 de Julio del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella