

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS,
BIOLÓGICAS, Y CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LOS SUELOS DEL SECTOR
INKARI – DISTRITO DE LUYANDO**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

ISAEEL JERSON ARIAS RAMOS

ASESOR:

JOSE WILFREDO ZAVALA SOLORZANO

Tingo María – Perú

2025



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Km 1.21 carretera Tingo María. Telf. (062) 561136 E.mail: fgro@unas.edu.pe.

"AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

N° 033-2025-FA-UNAS

BACHILLER : ISAEL JERSON ARIAS RAMOS

TÍTULO : DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS, BIOLÓGICAS, Y CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LOS SUELOS DEL SECTOR INKARI -DISTRITO LUYANDO.

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Dr. VICTORINO RIVAS PULACHE
VOCAL : M.Sc. LEODAN TORIBIO DUEÑAS
VOCAL : M.Sc. JIMMY ALCIDES OCAÑA REYES

ASESOR : Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLÓRZANO

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 19/12/2025

HORA DE SUSTENTACIÓN : 04:00 P.M.

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : Sala de Audiovisuales de la F.A.

CALIFICATIVO : MUY BUENO

RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 19 DE DICIEMBRE DEL 2025

Dr. VICTORINO RIVAS PULACHE
PRESIDENTE

M.Sc. LEODAN TORIBIO DUEÑAS
VOCAL

M.Sc. JIMMY ALCIDES OCAÑA REYES
VOCAL

Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLÓRZANO
ASESOR



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

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N 038 - 2026 - CS-RIDUNAS

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

CERTIFICA QUE:

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

Programa de Estudio:

Agronomía

Tipo de documento:

Tesis X Trabajo de Suficiencia Profesional

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE	
		SIMILITUD	CONTENIDO GENERADO POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS, BIOLÓGICAS, Y CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LOS SUELOS DEL SECTOR INKARI – DISTRITO DE LUYANDO	ISABEL JERSON ARIAS RAMOS	12 % Doce	0 % Cero

Tingo María, 09 de febrero de 2026.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE SOPORTE CIENTÍFICO

ING. EINSTEIN A. ORTIZ MORALES
JEFE

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS, BIOLÓGICAS, Y CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LOS SUELOS DEL SECTOR INKARI – DISTRITO DE LUYANDO

Autor	: Bach. ARIAS RAMOS, Isael Jerson
Asesor	: Dr. ZAVALA SOLÓRZANO, José Wilfredo
Área de investigación	: Suelos y fertilizantes
Líneas de investigación	: Fertilidad, clasificación biológica y manejo de suelos
Eje temático	: Distribución espacial y capacidad de uso mayor
Lugar de ejecución	: Sector Inkari- Luyando
Duración del trabajo	: 6 meses
Financiamiento	: S/ 3 641,00



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
VICERRECTOR DE INVESTIGACION
Instituto de Investigación
Unidad de Gestión de la Investigación

FORMATO PARA REGISTRAR EL PROYECTO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la selva
Facultad : Agronomía
Escuela profesional/ : Agronomía
Departamento Académico
Título de la Tesis : Distribución espacial de las propiedades físicas, químicas, biológicas, y capacidad de uso mayor de los suelos del sector Inkari. – distrito de Luyando.
Objetivo General : Determinar la distribución espacial de las propiedades físicas, químicas, biológicas, y capacidad de uso mayor de los suelos del sector Inkari – distrito de Luyando.
Autor de la Tesis : Bach. Isael Jerson Arias Ramos
DNI : 77268518
Correo electrónico : jersonarias111@gmail.com
Asesor : Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano
Área de Investigación : Suelos y fertilizantes
Grupo de Investigación : Recuperación y manejo de suelos degradados y contaminados -RYMSDYC
Línea de investigación : Fertilidad, clasificación biológica y manejo de suelos
Lugar de Ejecución : Sector Inkari- Distrito de Luyando
Fecha de inicio : Noviembre, 2023
Fecha de finalización : Abril, 2024
Presupuesto : S/ 3 641,00
Financiamiento : Propio (SI) FIF (NO) Externo (NO)

Según: **Resolución:** N° 461-2023-R-UNAS y Resolución: N° 295-2023-R-UNAS

DEDICATORIA

A Dios, por ser nuestro creador, por ser mi guía en cada instante, por la vida y salud que me da para lograr mis objetivos.

A mi querida madre María Emiliana Ramos Aguilar y también a mi padre Rufino Arias Cueva, por su arduo esfuerzo, amor y apoyo incondicional que siempre me brindan para ser mejor persona cada día y cumplir cada una de mis metas planteadas.

A mis Hermanas Celis, Griselda, Esther, como también a mi hermano Jairo por estar pendiente de mis avances y por haberme motivado en el transcurso de la realización de la presente tesis.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por permitirme la invaluable oportunidad de mi correcta formación profesional.
- A la Facultad de agronomía por ser el núcleo de mi formación y a todos sus docentes por compartir sus conocimientos, fundamentales en mi desarrollo profesional.
- Al Dr. José Wilfredo Zavala Solorzano en condición de asesor por su apoyo, consejos y supervisión hasta la culminación de mi trabajo de investigación.
- A mis jurados de tesis: al presidente Dr. Victorino Rivas Pulache y a los vocales M.Sc. Jimmy Alcides Ocaña Reyes y M. Sc. Leodan Toribio Dueñas, por el apoyo y orientación constante en las observaciones y sugerencias hasta el final.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general.....	2
1.2. Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Suelo	3
2.1.1. Levantamiento de suelos	3
2.1.1.1. Métodos de distribución de las observaciones de suelos.....	3
2.1.1.2. Observaciones de suelos	4
2.1.1.3. Muestreo de suelos y preparación de las muestras	4
2.1.1.4. Análisis de suelos	4
2.1.2. Parámetros físicos, químicos y biológicos del suelo	5
2.1.2.1. Propiedades físicas.....	5
2.1.2.2. Propiedades químicas	6
2.1.2.3. Propiedades biológicas	11
2.2. Capacidad de Uso Mayor.....	12
2.2.1. Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor	12
2.2.1.1. Categorías de CTCUM	12
2.2.1.2. Clase de CUM.....	13
2.2.1.1 Subclase de CUM	14
2.2.2. Factores edáficos de CTCUM.	15
2.2.3. Mapa de Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor	20
2.3. Uso del suelo.....	20
2.4. Aplicación del Sistemas de Información Geográfica (SIG)	21
2.5. Antecedentes.....	21
2.5.1. Distribución espacial de las cualidades fisicoquímicos y biológicos del suelo.	21
2.5.1.1. Cualidades fisicoquímicas del suelo	21
2.5.1.2. Macrofauna del suelo.....	22
2.5.2. Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1. Descripción general de la zona de estudio.....	24
3.1.1. Clima y zona de vida	24

3.1.2. Accesibilidad	24
3.2. Materiales y equipos	25
3.2.1. Materiales, herramientas y reactivos	25
3.2.2. Software.....	25
3.2.3. Equipos	25
3.3. Metodología.....	25
3.3.1. Tipo de investigación	25
3.3.2. Distribución espacial de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos del sector Inkari.	25
3.3.2.1. Recopilación de información e identificación de la zona de estudio	25
3.3.2.2. Distribución y muestreo de los suelos.	25
3.3.2.3. Análisis físico, químico y biológico del suelo.....	26
3.3.3. Sistematización de la distribución espacial de las propiedades físicoquímicas y biológicas de los suelos del sector Inkari.	27
3.3.4. Clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor del sector Inkari.....	27
3.3.4.1. Preparación de mapas temáticos.....	27
3.3.4.2. Ejecución de mapa de Capacidad de Uso Mayor de Tierras	29
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
4.1. Distribución espacial de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos del sector Inkari.....	32
4.1.1. Textura del suelo	32
4.1.2. Reacción del suelo (pH)	33
4.1.3. Materia orgánica (%).....	35
4.1.4. Nitrógeno total (%).....	37
4.1.5. Fósforo disponible	39
4.1.6. Potasio disponible.....	40
4.1.7. Saturación de aluminio	42
4.1.8. Capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICe)	44
4.1.9. Macrofauna del suelo.....	45
4.2. Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor del sector Inkari.....	49
4.3. Propuesta de manejo de los suelos del sector Inkari.....	52
V. CONCLUSIONES.....	53
VI. PROPUESTAS A FUTURO	54

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
ANEXOS	61
MAPAS	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Categorización de nitrógeno total en el suelo.....	8
2. Categorización de fósforo disponible en el suelo.....	8
3. Categorización de potasio disponible en el suelo.....	9
4. Categorización de MO en el suelo.....	10
5. Categorización CICE en el suelo	10
6. Categorización de saturación de aluminio en el suelo.....	11
7. Clases destinadas para cada grupo de CUM.....	14
8. Subclases de CUM	15
9. Clases de pendientes según D. S. N° 005-2022-MIDAGRI.....	16
10. Categorías de microrelieve según D. S. N° 005-2022-MIDAGRI.....	16
11. Clases de texturales según D. S. N° 005-2022-MIDAGRI.	17
12. Categorización de profundidad efectiva y pH del suelo de según D. S. N° 005-2022-MIDAGRI.	17
13. Denominación de factor edáfico según D. S. N° 005-2022-MIDAGRI.....	18
14. Distribución de puntos de muestreo según las unidades fisiográficas.....	26
15. Fórmulas para el cálculo de diversidad de macrofauna edáfica.	27
16. Fórmulas para el cálculo de factor R y K	29
17. Datos de factor de cobertura (C) y factor longitud y gradiente de la pendiente (LS)	29
18. Superficies de distribución de texturas de los suelos del sector Inkari	33
19. Áreas que ocupan los niveles de pH del suelo en el sector Inkari.....	35
20. Niveles de materia orgánica del suelo en el sector Inkari	36
21. Niveles de nitrógeno total en el suelo del sector Inkari	38
22. Niveles de fósforo disponible en el suelo del sector Inkari.....	39
23. Niveles de potasio disponible en el suelo del sector Inkari.	40
24. Niveles de saturación de aluminio en el suelo del sector Inkari.....	43
25. Superficies que ocupan la CICE en el suelo del sector Inkari	44
26. Diversidad especies de macrofauna del suelo del sector Inkari	46
27. Densidad de Macrofauna edáfica del sector Inkari	47
28. Superficies que ocupan la densidad de macrofauna edáfica en el sector Inkari....	48
29. Datos de precipitación de la estación Tingo María del periodo 2001 – 2023.	62

30.	Descripción de los perfiles de suelos del sector Inkari.....	63
31.	Análisis fisicoquímico del suelo del sector Inkari.....	68
32.	Macrofauna del suelo del sector Inkari	69
33.	Cálculo de diversidad de especies de macrofauna del suelo del sector Inkari	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Clases texturales.....	5
2. Distribución mundial de suelos ácidos.....	7
3. Interpretación del símbolo en el mapa de CUM.....	20
4. Mapa de ubicación y localización del área de estudio.....	24
5. Procesos para elaborar el mapa de CTCUM	30
6. Clave 14 empleado para determinar el grupo de CUM.....	31
7. Distribución espacial de las clases texturales de suelos del sector Inkari	32
8. Variabilidad de pH del suelo en los puntos de muestreo del sector Inkari.....	33
9. Distribución espacial de pH del suelo en el sector Inkari.....	34
10. Variabilidad de materia orgánica en los puntos de muestreo del sector Inkari.	36
11. Distribución espacial de materia orgánica en el sector Inkari.	37
12. Nitrógeno total en los puntos de muestreo en los suelos del sector Inkari.....	37
13. Distribución espacial de nitrógeno total en el suelo del sector Inkari.	38
14. Fósforo disponible en los puntos de muestreo	39
15. Distribución espacial de fósforo disponible en el suelo del sector Inkari	40
16. Variabilidad de contenido de potasio disponible del suelo en el sector Inkari.....	41
17. Distribución espacial de potasio disponible en el suelo del sector Inkari	41
18. Variabilidad de saturación de aluminio en el suelo en el sector Inkari.	42
19. Distribución espacial de saturación de aluminio en el suelo del sector Inkari.	43
20. CICE en el suelo del sector Inkari.....	44
21. Distribución espacial de CICE en el suelo del sector Inkari	45
22. Densidad de las especies de macrofauna edáfica en el sector Inkari.....	46
23. Distribución espacial de densidad de macrofauna edáfica del sector Inkari	48
24. Superficies de Clasificación de Tierras por su CUM del sector Inkari.	50
25. Distribución espacial de áreas de CTCUM del sector Inkari.	51
26. Colocación del cartel de investigación en la zona de estudio.....	70
27. Verificando los puntos de muestreo según el mapa base del área de estudio.	70
28. Realización de calicatas en los suelos del sector Inkari.	71
29. Identificación de horizontes del suelo de cada calicata.	71
30. Descripción de cada perfil del suelo.....	72
31. Recolección de muestras del suelo de cada horizonte encontrado.	72

32.	Muestreo de la macrofauna del suelo en sector Inkari.	73
33.	Recolección de la macrofauna edáfica.	73
34.	Lombriz de tierra encontrado en los suelos del sector Inkari.	74
35.	Supervisión de los jurados en trabajos en campo.	74

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el sector Inkari perteneciente al distrito de Luyando, con la finalidad de determinar la capacidad de uso mayor y la distribución espacial de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos del sector Inkari. Para lo cual se empleó la metodología no experimental a través de la descripción morfológica de perfil de suelos mediante la realización de calicatas y la elaboración de un plan de trabajo acompañado de diferentes mapas temáticos.

Según los análisis realizados en los suelos del sector Inkari, se encontró predominancia de las estructuras franco arcillo arenoso representando un 63.16 % del área total, pH muy fuertemente ácido a moderadamente ácido; niveles medios de MO, N, K y CICE, bajo en P y alto en saturación de Al; se reportó 16 especies de macrofauna edáfica con una densidad media de 176 a 288 ind/m², con índice de diversidad de Shannon – Wiener de 2,228 nats/individuo, equidad de Pielou (0,803), índice de Simpson de 0,0864. Según la clasificación de tierras por CUM, se reportaron áreas aptas C2esw-P2ec-F2es, C3s-P3s-F3es, C3sw-P3s-F2ew, P3s-F2es, P3sw-P2s-F2esw, F2es, F2ew, F3e, y Tierras de Protección (X) siendo F3e de mayor dominio con 40.27 % del área total. La representación cartográfica de las propiedades físicas, químicas, biológicas y de la capacidad de uso mayor permite tener una fuente información muy importante para el adecuado manejo de los suelos.

Palabras clave: Niveles, fertilidad, capacidad de uso mayor, macrofauna edáfica.

The Spatial Distribution of the Physical, Chemical, Biological, and Greatest Capacity of Use Properties for Soil from the Inkari Sector of the Luyando District

ABSTRACT

The present research was carried out in the Inkari sector, which belonged to the Luyando district [of Peru,] with the goal of determining the greatest capacity of use and the spatial distribution of the physical, chemical and biological properties of the soil from the Inkari sector. For this, the non-experimental method was used through the morphological description of the soil profile by creating test pits and elaborating a plan for the work, accompanied by different thematic maps.

According to the analyses done for the soil from the Inkari sector, a predominance was found for the loamy clay-like sand structures, representing 63.16% of the total area; a very strongly acidic to moderately acidic pH; average levels of OM (MO in Spanish), N, K, and CEC (CICe in Spanish); a low P; and a high Al saturation. Sixteen edaphic macrofauna species were reported, with an average density of 176 to 288 ind/m², with a Shannon – Wiener diversity index of 2.228 nats/specimen, a Pielou equity of 0.803, [and] a Simpson index of 0.0864. According to the land classification by CUM (acronym in Spanish), it was reported that the C2esw-P2ec-F2es, C3s-P3s-F3es, C3sw-P3s-F2ew, P3s-F2es, P3sw-P2s-F2esw, F2es, F2ew, [and] F3e areas were apt, and F3e was the protected land (X) with the greatest dominance at 40.27 % of the total area. The cartographic representation of the physical, chemical, biological, and the greatest capacity of use properties is a very important source for the adequate management of soil.

Keywords: levels, fertility, greatest capacity of use, edaphic macrofauna

I. INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso muy importante en la producción, donde su uso en el sector agropecuario y forestal permite satisfacer las necesidades primarias, además de contribuir en mejorar el bienestar social y económico de muchas familias peruanas. La agricultura en la zona tropical del Perú se ejecuta bajo sistemas de manejo orgánico y convencional, pero estas técnicas no son suficientes para mantener una buena fertilidad del suelo (Florida y Acuña, 2020). Además, en el país las tierras destinadas a la agricultura son muy limitadas, tanto así que el 42 % de tierras pertenecen a bosques de protección (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2015).

En Sudamérica casi el 45 % de suelos están siendo perturbadas por la erosión, sedimentación de ríos, pérdida de fuentes de agua, deforestación y pérdida de biodiversidad a causa de los cambios de uso del suelo, sobreexplotación, cambio climático y desigualdad social (Gardi et al., 2014 e Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2015). Pero los usos del suelo no es un problema en sí, si no la falta de igualdad en su distribución espacial, designación de usos en áreas inadecuadas, conjeturas inmobiliarias para ciertos usos y normativas poco apropiadas (Da Silva et al., 2013).

En el sector Inkari, desde hace muchos años atrás los suelos fueron empleados en sistemas de producción de monocultivos, donde gran parte de áreas eran destinadas para cultivos como la hoja de coca y lo que representa tradicionalmente su manejo con el uso indiscriminado de agroquímicos. Con el pasar del tiempo, dadas las condiciones climáticas (temperaturas altas y lluvias frecuentes), afectaron la fertilidad y la biodiversidad edáfica del suelo, viéndose reflejado en la disminución de la producción de cultivos locales; afectando directamente la economía de los agricultores, acompañado del abandono del estado con soluciones precisas provocando el crecimiento demográfico o venta de terrenos para la urbanización y favoreciendo la pérdida de tierras aptas para cultivos.

Por lo tanto, es necesario efectuar estudios con una visión de manejo sostenible del recurso edáfico, aplicando el uso de Sistema de Información Geográfica (SIG), mediante la elaboración e interpretación de mapas temáticos y análisis de suelos, con la finalidad de determinar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo y clasificar las Tierras por su Capacidad de Uso Mayor, para conocer y proponer alternativas de manejo de suelo frente a la problemática existente en la zona de estudio. Por esta razón se planteó los siguientes objetivos:

1.1. Objetivo general

Determinar la distribución espacial de las propiedades físicas, químicas, biológicas, y capacidad de uso mayor de los suelos del sector Inkari – distrito de Luyando.

1.2. Objetivos específicos

1. Determinar la distribución espacial de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos del sector Inkari.
2. Clasificar las tierras por su Capacidad de Uso Mayor del sector Inkari.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Suelo

Es un conjunto de elementos naturales sobre la corteza terrestre, en paisajes naturales o hechos por el hombre a partir de los elementos de la tierra, que engloba organismos vivos con capacidad de sostener el crecimiento y desarrollo de las plantas; además incluye a los horizontes cerca de la superficie y está conformado en porciones apropiadas de componentes sólidos, líquidos y gaseosos (Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles [SENACE], 2010 y El Peruano, 2022).

2.1.1. Levantamiento de suelos

Es la exploración del suelo que sustenta con la data de campo y otras ramas de la ciencia (ecología, geomorfología y geología), con el propósito de identificar y caracterizar los distintos tipos de suelos en un área específica, para destinar el uso potencial (SENACE, 2010).

La aplicación de levantamientos de suelos es fundamental para la ejecución y manejo agropecuario y silvicultura, evaluación de la vocación de uso del suelo, estipular el potencial irrigable de los suelos, actividades de planificación del uso de la tierra (nacional, regional y local), en estudios de Zonificación Ecológica y Económica (ZEE), Ordenamiento Territorial, Ordenamiento Ambiental y Estudios de Impacto Ambiental (SENACE, 2010).

2.1.1.1. Métodos de distribución de las observaciones de suelos

Según, SENACE (2010) muestra los métodos de distribuciones de observaciones de suelos según la información histórica y estudio a realizar:

- **Mapeo libre:** La técnica consiste en las observaciones de campo que se ubican y distribuyen según las unidades cartográficas concretadas por la interpretación de fotografías aéreas u otro medio de sensores remotos. Asimismo, dichas evaluaciones se establecen de acuerdo a la experiencia del evaluador y a la presencia de suelos según los diferentes paisajes.
- **Rastreo de límites:** Consiste en el seguimiento de los límites tentativos de suelos para su definición y son empleados para observaciones muy detallado de suelos.
- **Red rígida:** Consiste en las observaciones que se emplean en función a un distanciamiento rígido; y son empleados principalmente para estudios detallados. Generalmente, involucra la duplicación de observaciones y la ejecución en áreas no representativas.

- **Red flexible:** Esta técnica es similar a la red rígida, pero en este caso las observaciones no poseen separación fija o rigurosa.
- **Transecto:** Las observaciones se realizan mediante una línea que cruza el mayor número de unidades del mapa fisiográfico previamente realizado y son empleados principalmente en levantamientos o estudios de poco nivel de detalle.

2.1.1.2. Observaciones de suelos

SENACE (2010) indica que se basa en describir, identificar y evaluar las cualidades de los horizontes de suelos establecidos mediante diferentes observaciones, los cuales se muestran:

- **Calicatas:** Son excavaciones con dimensiones aproximadas de 1,50 m de largo, 0,80 m de ancho y 1,50 a 2,0 m de profundidad. La profundidad puede cambiar a causa de muchos factores limitantes dentro del perfil del suelo (horizontes duros, pedregosidad, afloramientos rocosos, napa freática, entre otros).
- **Chequeos detallados:** Son excavaciones con dimensiones aproximadas de 0,50 m de lado y 0,50 m de profundidad, y posteriormente se realiza el barrenaje para identificar los horizontes más profundos. Se emplea para verificar o diagnosticar los grupos taxonómicos ya concretadas.
- **Chequeos de identificación:** Son perforaciones u observaciones en cortes naturales o de carreteras, que permite verificar las categorías taxonómicas concretas.

2.1.1.3. Muestreo de suelos y preparación de las muestras

La recolección de la muestra debe ser representativa y con buena precisión y el manejo de las muestras no debe alterar las cualidades naturales del suelo de interés antes del análisis de laboratorio; donde la muestra recolectada debe ser etiquetada (Información de la calicata). La muestra del suelo debe estar en óptimas condiciones, para asegurar un buen resultado en los análisis físicoquímicos (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MINAGRI] e Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA], 2024).

2.1.1.4. Análisis de suelos

Determina diversas cualidades del suelo (físicas, químicas y biológicas), con el fin de evaluar la carencia de un elemento en el suelo, brindar sugerencias para la fertilización de los suelos, evaluar las condiciones químicas o físicas y catalogar el tipo de suelo. Además, nos permite tener un buen desarrollo del cultivo, disminuye los costos de

producción, aumenta la rentabilidad de la actividad agrícola y reduce la pérdida de la capacidad productiva del suelo (MINAGRI y INIA, 2024).

2.1.2. Parámetros físicos, químicos y biológicos del suelo

2.1.2.1. Propiedades físicas

Sus propiedades físicas del suelo se exponen muchas veces a su degradación y la pérdida de sus principales funciones ecosistémicas y su potencial productiva. Evaluar las propiedades físicas del suelo es fundamental para el manejo más adecuado y con una producción más sustentable (EuropeAid Co-Operation Office y Universidad en el Campo, 2011).

Asimismo, estas propiedades se pueden utilizar como indicadores de calidad del suelo, las cualidades físicas que se ha propuesto como indicador de calidad son: la estructura, densidad aparente, estabilidad de agregados, infiltración, profundidad del suelo superficial, capacidad de almacenamiento del agua y conductividad hidráulica saturada (Bautista et al., 2004).

a) Textura

Es el porcentaje de partículas de arena gruesa, arena media, arena fina, limo, arcilla que se sitúan en el suelo. Los suelos con buena textura son cuando presenta una buena distribución de porcentajes de partículas, brindando un soporte y apoyo en la fijación de las raíces y su adecuada nutrición de las plantas (Rucks et al., 2004).

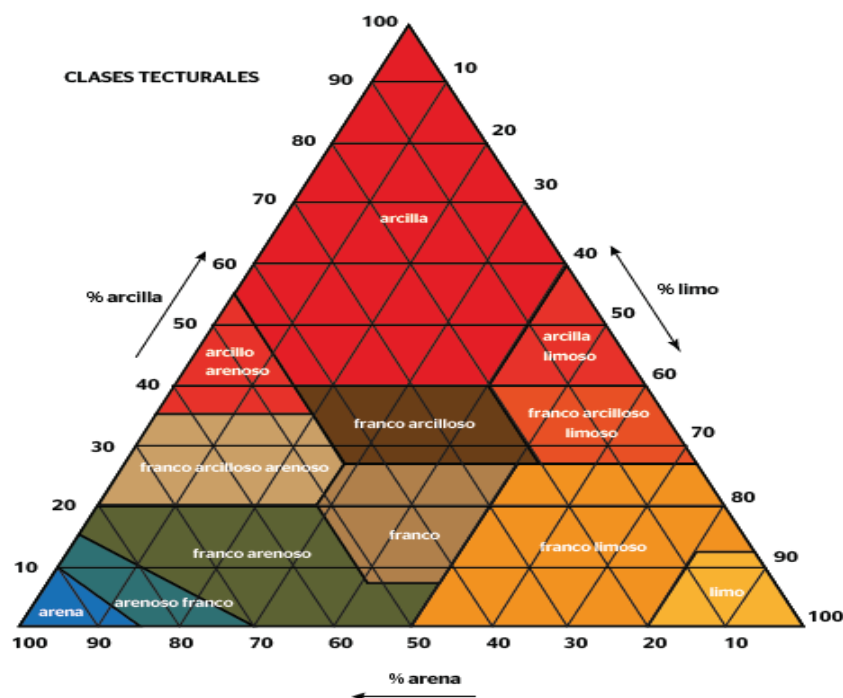


Figura 1. Clases texturales. Tomado de USDA, 2017 citado por MINAGRI y INIA, 2024.

2.1.2.2. Propiedades químicas

Engloba a los parámetros que afectan directamente en la relación suelo-planta, disponibilidad de agua y nutrientes para el desarrollo de las plantas y microorganismos, capacidad amortiguadora del suelo y la calidad del agua (Bautista et al, 2004).

a) pH

Es el nivel de acidez de la solución del suelo (EuropeAid Co-Operation Office y Universidad en el Campo, 2011), es uno de los elementos más primordiales del suelo, ya que de él depende la fertilidad del suelo (Ramírez, 1997). Según, Ramírez (1997); EuropeAid Co-Operation Office y Universidad en el Campo (2011), pH influye en:

- Disponibilidad de nutrientes y desarrollo de las plantas y organismos del suelo.
- El pH alcalino perjudica a la estructura del suelo y el ácido influye en la modificación de los minerales y la estructura.
- El pH (6 a 7,5) es deseable para el desarrollo de las plantas.
- En la velocidad de los procesos de humificación y mineralización. La mineralización se efectúa en valores de pH cercanos al neutro (7).
- En pH que oscila de 6,5 a 7,5 hay mayor disponibilidad de fósforo.
- En el pH de 7 a 8,5 aumenta la solubilidad de potasio, calcio y magnesio.
- El pH ácido aumenta la solubilidad de aluminio y hierro, y disminuye la CIC.

Los factores que intervienen en la acidez del suelo son: la naturaleza del material inicial, componente biótico, precipitaciones y complejo adsorbente (EuropeAid Co-Operation Office y Universidad en el Campo, 2011). Los suelos ácidos pueden ser ocasionados por la mineralización de materiales parentales con cantidades de cationes (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ y Na^+), reducción de pH por lixiviación y actividades agrícolas (fertilización con productos amoniacales) (Rivera et al., 2016).

A nivel mundial, el 30 % áreas agrícolas y el 50 % áreas arables son suelos ácidos, distribuidos en los cinco continentes, en América (41 %), Asia (26 %), África (17 %), Europa (10 %) y Oceanía (6 %) (Figura 2). Los suelos tropicales o propios de suelos oxisoles y ultisoles de América son ácidos con concentraciones altas de aluminio soluble, son muy delicados a erosión, baja fertilidad actual y potencial, concentraciones altas de aluminio, niveles bajos de macro y micronutrientes (Rivera et al., 2016).

Para reducir la acidez del suelo se puede utilizar enmiendas (sulfato de calcio, cal agrícola, dolomita, hidróxido de calcio, entre otros) (Knopel, 2018).

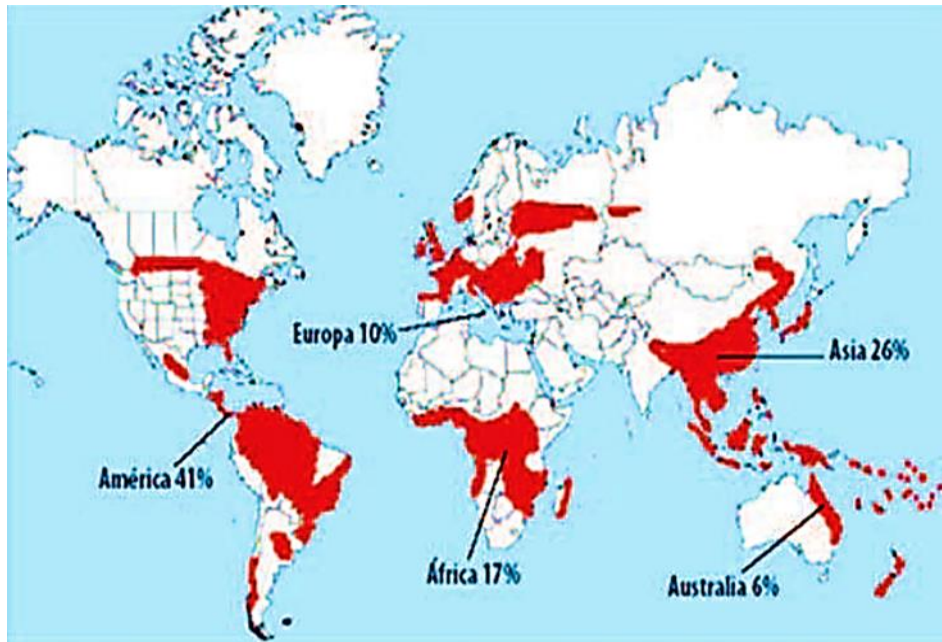


Figura 2. Distribución mundial de suelos ácidos. Tomado de Arcos y Narro (2009) citado por Rivera et al. (2016).

b) Nitrógeno (N)

Es el elemento que más necesita la planta y su existencia depende de la mineralización de la materia orgánica por parte de fauna edáfica (Ramírez, 1997). Y según Fertilab (2017a), el nitrógeno disponible para las plantas se encuentra en dos fuentes principales:

- **Nitrógeno atmosférico:** La concentración es mucho mayor que el suelo, que simboliza el 78 % del aire total que existe en la tierra, que existe en forma molecular (N_2) y cantidades mínimas de óxido nitroso (N_2O), óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO_2) y amoníaco (NH_3).
- **Nitrógeno del suelo:** La estructura es similar al nitrógeno atmosférico, pero hay concentraciones altas de N_2O y NH_3 , a causa de la actividad microbiológica o composiciones químicas propios del suelo.

El principal almacenamiento del nitrógeno del suelo es la materia orgánica (MO) está compuesto por N orgánico (98 %) e inorgánico (2 %), donde la forma orgánica no es apta para las plantas, y para ser disponibles tiene que pasar a las formas inorgánicas nitrato (NO_3^-), amonio (NH_4^+) y nitrito (NO_2^-), de esta forma el nitrógeno en suelo es temporal y su contenido son demasiado variable. Esta variabilidad de contenido de nitrógeno disponible en suelo es causa de diferentes factores como lluvia, fijación no simbiótica,

simbiótica, fertilizantes y abonos orgánicos, mineralización de residuos vegetales y animales (Fertilab, 2017a).

Para un buen rendimiento y rentabilidad en el sector agrícola se necesitan buenas cantidades de nitrógeno (Fertilab, 2017a).

Tabla 1. Categorización de nitrógeno total en el suelo

Rango (%)	Categorización
< 0,1	Bajo
0,1 - 0,2	Medio
> 0,2	Alto

Fuente: Laboratorio de suelos – UNAS

c) Fósforo (P)

Es el segundo elemento más importante después del nitrógeno para el desarrollo de las plantas. La cantidad de fósforo en el suelo lo define la roca madre, y puede contener de 200 a 5000 ppm; pero la mayor parte del contenido no son utilizables, solo una décima de ppm de fósforo que se encuentra en el suelo es utilizable para las plantas (Fertilab, 2017b).

La concentración de fósforo soluble en el suelo es variable constantemente, ya que está muy relacionado a las cualidades edafoclimáticas, es decir cualquier cambio en las cualidades del suelo afecta directamente a la concentración P en suelo (Gueçaimburu et al., 2019).

Tabla 2. Categorización de fósforo disponible en el suelo

Rango (ppm)	Categorización
< 7	Bajo
7 – 14	Medio
< 14	Alto

Fuente: Laboratorio de suelos – UNAS

Según EuropeAid Co-Operation Office y Universidad en el Campo (2011), mencionan las principales funciones que cumple el fósforo en la generación de la parte morfológica de las plantas principalmente en órganos como (fruto, hojas, y buen desarrollo radicular).

d) Potasio (K)

Las plantas absorben en cantidades mayores de este elemento que otros nutrientes, pero menos que el nitrógeno. Asimismo, es absorbido por las plantas de forma de ion K^+ , donde la cantidad es muy variable, influye según el tipo de cultivo y rendimiento productivo, y otros factores como: cantidad y tipo de arcilla, CIC, K intercambiable, profundidad del suelo, temperatura, humedad, pH, manejo del suelo, porosidad, entre otros (Casanova, 2018).

Por otro lado, Fertilib (2015) indica la cantidad y calidad de las arcillas es uno de los factores que influyen directamente en la cantidad total de K en el suelo. En el suelo el potasio se localiza de cuatro maneras: En estructuras cristalinas de minerales de primarios (90 – 99 % de K total), no intercambiable (1 - 10 % de K total), intercambiable en las superficies coloidales del suelo y la solución del suelo (es absorbido por las plantas de manera rápida y se pierde rápidamente por lixiviación).

Según, EuropeAid Co-Operation Office y Universidad en el Campo (2011), menciona algunas funciones importantes del potasio:

- Ayuda al buen desarrollo de las plantas (tallos, crecimiento y fruto).
- Brinda balance de agua en las plantas y resistencia ante el ataque de las enfermedades.
- Ayuda a la fotosíntesis y generación de azúcares, almidones y aceites.
- Mejora la producción y rendimiento.

Tabla 3. Categorización de potasio disponible en el suelo

Rango (ppm)	Categorización
< 100	Bajo
100 – 240	Medio
> 240	Alto

Fuente: Laboratorio de suelos – UNAS

e) **Materia orgánica (MO)**

Es el resultado de la descomposición química de las defecaciones de animales y microorganismos, residuos vegetales y animales; parte de la materia orgánica es el humus, ayuda a mejorar a las cualidades fisicoquímicos y biológicas del suelo, incrementa su fertilidad, favorece a la penetración, asiste en la retención hídrica y minimiza la erosión edáfica (Fertilib, 2017c; Julca et al., 2006). Además la MO es un indicador de la disponibilidad de N, es decir que un porcentaje muy bajo y alto de MO indican baja disponibilidad de N; también funciona como una barrera limitante en la variación drásticas del pH (Sadeghian, 2018).

Tabla 4. Categorización de MO en el suelo

Rango (%)	Categorización
< 2	Bajo
2 - 4	Medio
> 4	Alto

Fuente: Laboratorio de suelos – UNAS

f) Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Es la capacidad máxima de retener e intercambiar la cantidad de cationes totales englobando los nutrientes y pH en el suelo. Además, la CIC se emplea como un indicador de fertilidad, capacidad de secuestro de nutrientes y protección del agua subterránea (Comisión Europea, 2021). Cuando el pH del suelo es $>5,5$, se determina la Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva (CICe) (Sadeghian, 2018).

EuropeAid Co-Operation Office y Universidad en el Campo (2011) y Sadeghian (2018), indican, ciertas funciones de la CIC, los cuales son:

- Dirige el suministro de nutrientes para las plantas (K^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , etc.).
- Influye en la formación de la estructura y estabilidad de los agregados.
- Mayor CIC coopera en la reducción de pérdida de nutrientes por lixiviación.
- Purificador natural que ayuda en la retención de elementos contaminantes en el suelo.

Tabla 5. Categorización CICe en el suelo

Rango (meq/100g de suelos)		Categorización
CICe= pH <5,5	CIC = pH >5,5	
< 4	< 12	Bajo
4 - 30	12 - 20	Medio
> 30	> 20	Alto

Fuente: Laboratorio de suelos – UNAS

g) Saturación de aluminio

Es un factor que restringe el crecimiento y la producción de cultivos en suelos ácidos, generando reducción en la disponibilidad de fósforo y cantidad de macronutrientes en el suelo, provocando en las plantas cambios bruscos en su metabolismo. Según el pH el aluminio puede existir de forma soluble, intercambiable y resulta nocivo para las plantas, donde el aluminio soluble (Al^{3+}) se encuentra en suelos de pH $< 4,7$, $Al(OH)^{2+}$ en pH de 4,7 a 6,5 y aluminio insoluble ($Al(OH)_3$) en pH de 6,5 a 8,0 (Rivera et al., 2016).

Tabla 6. Categorización de saturación de aluminio en el suelo

Rango (%)	Categorización	Apreciación
< 15	Bajo	Sin problemas, y con restricciones para cultivos susceptibles
15 - 30	Medio	Restricción para cultivos medianamente tolerantes
30 - 60	Alto	Restricción para cultivos tolerantes
> 60	Muy alto	Nocivos para la gran mayoría de los cultivos

Fuente: Colinagro (2012); Sadeghian (2018)

2.1.2.3. Propiedades biológicas

Integran todos los organismos vivos (microorganismos y macroorganismos) que viven en la superficie o interior del suelo, cumpliendo ciertas funciones esenciales en la frecuencia respiratoria y putrefacción de la materia orgánica (Bautista et al, 2004).

a) Macrofauna edáfica

Es un grupo de especies invertebrados con dimensiones de 10 mm de largo y 2 mm de ancho, que son visibles al ojo del humano localizados dentro o en la superficie del suelo (Fragoso et al., 2001). Los principales grupos son los anélidos, artrópodos, arácnidos, miriápodos y crustáceos (Jaramillo, 2002).

Según, Cabrera et al. (2011) indica las principales funciones que cumplen como:

- Cambios en las cualidades físicas del suelo mejorando formación de agregados, estructura, retención hídrica y aireación.
- Conduce materia orgánica al interior de suelo (lombrices, hormigas, termitas).
- Colaboran en fragmentación y putrefacción de la materia orgánica (milpiés, cochinillas y caracoles).
- Generan equilibrio de las poblaciones de otros organismos y también se alimentan de material vegetal y animal (ciempiés, arañas, escorpiones, coleópteros y colémbolos).
- Reutiliza nutrientes y ayuda en la fijación de nitrógeno.
- Colabora en el control de plagas.

Según, Cabrera y López (2018) la cantidad de macrofauna es variable debido a diversos factores edafoclimáticos (precipitación, temperatura y humedad del suelo) y la explotación agropecuaria (Souza et al., 2016). Asimismo, la diversidad y riqueza de la fauna edáfica brindan un equilibrio biológico y es un indicador de la fertilidad y calidad del suelo (Geissert et al., 2013).

2.2. Capacidad de Uso Mayor

Es el potencial natural de un área geográfica para producir bienes y servicios en forma continua, bajo tratamientos constantes y usos peculiares (El Peruano, 2022). El estudio de Capacidad de Uso Mayor del Suelo tiene un propósito de contemplar, demarcar las distintas unidades edáficas y determinar su uso potencial en relación con el clima, material parental, relieve, topografía, hidrología, pedregosidad, textura, profundidad y grado de inundación (Larota et al., 2020).

2.2.1. Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor

Es un enfoque técnico-interpretativo con el fin de designar a cada unidad de tierra su uso y manejo adecuado. La Capacidad de Uso Mayor (CUM) o uso potencial destinada a cada unidad de tierra es a través de la apreciación numérica de los parámetros edáficos, climáticas (zonas de vida), relieve y cobertura vegetal; creando un instrumento fundamental en el desarrollo de políticas y realización de actividades de manejo sostenible del recurso edáfico (El Peruano, 2022).

Asimismo, Atanacio y Barreto (2023) indican que la clasificación de tierras por capacidad de uso mayor muestra los usos, restricciones y las actividades de manejo idóneo.

2.2.1.1. Categorías de CTCUM

Según, El Peruano (2022) en el Decreto Supremo N° 005-2022-MIDAGRI, está constituido por tres divisiones (Grupo, Clase y Subclase), los cuales se describen a continuación:

a) Grupo de CUM

Esta categoría expresa al nivel superior de la CTCUM, que congrega a las tierras conforme a su máximo potencial de aprovechamiento, y es definido por la utilización de las claves brindadas para cada zona de vida; además está constituido por cinco grupos, los cuales son:

- **Tierras Aptas para Cultivo en Limpio (A):** Agrupa áreas con cualidades topográficas y edafoclimáticas apropiadas para la producción de cultivos en limpio, que requieren actividades de labranza constante del suelo. Además estas tierras se pueden asignar a otros usos, como para cultivos perennes, pastos, producción forestal y protección, de acuerdo con las políticas e interés público del Estado, y privado, sin afectar los principios de uso sustentable.
- **Tierras Aptas para Cultivos Permanentes (C)** Agrupa áreas con cualidades topográficas y edafoclimáticas adecuadas para la producción agrícola perenne. Estas

tierras no se pueden destinar para cultivos anuales, pero sí para la explotación forestal y protección, de acuerdo a las políticas e interés público del estado y privado, sin afectar los principios de uso sustentable.

- **Tierras Aptas para Pastos (P):** Agrupa áreas con cualidades topográficas y edafoclimáticas adecuadas para la explotación de pasturas (naturales o cultivados), tolera el pastoreo continuo o transitorio sin afectar la fertilidad del suelo. Estas áreas no pueden destinarse para cultivos anuales ni perennes, pero sí para la explotación forestal y protección de acuerdo a las políticas e interés público del estado, y privado, sin afectar los principios de uso sustentable.
- **Tierras de Aptitud Forestal (F):** Son áreas con cualidades topográficas y edafoclimáticas adecuadas para la producción continua, sostenible de bienes y servicios forestales, para la forestación o reforestación.
- **Tierras de Protección (X):** Son áreas con cualidades topográficas y edafoclimáticas que no son aptas para otros usos que alteran el manto vegetal o remoción del suelo. Estas áreas están señaladas para la protección de fuentes de agua, de zonas altas de la cuenca hidrográfica o cabeceras de cuencas, orillas de ríos hasta el tercer orden y control de la erosión. Además, se puede realizar la obtención y aprovechamiento forestal no maderable, manejo y conservación de la vida silvestre, para usos de actividades recreativas, educativas y estudios científicos, sin afectar su existencia ni sus funciones protectoras. En este grupo también se incluyen a áreas glaciáricas (nevados), afloramientos líticos, cárcavas, playas y otras áreas que está ausente el suelo.

2.2.1.2. Clase de CUM

Es la segunda categoría que agrupa a las unidades de suelos de acuerdo a su calidad agrológica o aptitud agrícola del suelo de cada grupo de CUM. Por lo tanto, se constituye en tres clases:

- **Calidad Alta:** Agrupa a tierras con la más alta calidad de suelo de este grupo, con ligeras limitaciones para la intervención de cultivos permanentes, frutales principalmente. Requieren de prácticas de manejo y conservación de suelos poco intensivas para evitar el deterioro de los suelos y mantener una producción sostenible.
- **Calidad Media:** Engloba a tierras con restricciones mínimas, las condiciones edáficas de estas tierras requieren de prácticas moderadas de conservación y mejoramiento a fin de evitar el deterioro de los suelos y mantener una producción sostenible.

- **Calidad Baja:** Engloba a tierras con mayores restricciones o con menor potencialidad, con limitaciones fuertes o severas de orden climático, edáfico o de relieve para la fijación de cultivos permanentes y, por tanto requieren mayores trabajos de manejo y preservación edáfico a fin de evitar el deterioro de este recurso y mantener una producción sostenible.

Tabla 7. Clases destinadas para cada grupo de CUM

Calidad agrológica	Grupo de CUM				Descripción
	A	C	P	F	
Alta	A1	C1	P1	F1	Engloba a las tierras con mayor potencial, con mínimas o casi nada de restricciones para el uso intensivo y continuo para los cultivos en limpio, permanentes, pastos y producción forestal, presenta con buenas cualidades climáticas, relieve y edáficas, que acepta un amplio cuadro de cultivos y aprovechamiento de recurso forestal. Se necesita actividades mínimas de manejo y preservación edáfica para sostener el uso equilibrado.
Media	A2	C2	P2	F2	Engloba a las tierras de calidad regular con impedimentos moderadas para la producción de cultivos en limpio, permanentes, pastos y producción forestal, presenta con cualidades más acentuadas de orden climático, relieve y edáficas, reducen un poco los cuadros de cultivos y aprovechamiento de recurso forestal. Se requiere de actividades moderadas de manejo y conservación edáfica para mantener el uso sostenible.
Baja	A3	C3	P3	F3	Engloba a tierras pobres o de baja calidad, con restricciones drásticas en la topografía y edafoclimática, para producción de cultivos anuales, perennes, pastos y forestal, que reducen significativamente el cuadro de cultivos, la capacidad productiva y aprovechamiento de recurso forestal. Se necesitan trabajos más extremos de manejo y preservación edáfico para sostener el uso razonable.

Fuente: El Peruano (2022)

2.2.1.1 Subclase de CUM

Es la tercera categoría, fundamentada en relación a las restricciones, riesgos y condiciones especiales que limitan el aprovechamiento edáfico. Asimismo, puntualiza la deficiencia o condiciones más sobresalientes que causan la limitación de uso de las tierras; se constituyen de seis limitaciones principales y tres condiciones especiales que personifica a las subclases de CUM, los cuales son:

Tabla 8. Subclases de CUM

		Descripción
Limitaciones	Suelo ("s")	Es un componente que identifica, describe y clasifica las unidades edáficas en relación a sus cualidades. además, estas restricciones se dan por las deficiencias de las cualidades intrínsecas (profundidad efectiva, textura, existencia de grava o piedras, pH, salinidad, fertilidad y riesgo de erosión) del perfil edafológico de la unidad de edáfica, en cual impide en el crecimiento de las plantas.
	Sales ("I")	Abundancia de sales es perjudicial para el desarrollo de las plantas.
	Topografía - Riesgo de erosión ("e")	El nivel de pendiente del terreno interviene en la regulación de la escorrentía. Los grados más adecuados son efectuados considerando la susceptibilidad de los suelos a la erosión; y los pendientes adecuados son de relieve suave (plano), que no favorecen los escurrimientos rápidos ni lentos.
	Drenaje ("w")	Se refieren a áreas con exceso hídrico en el suelo regulado por las cualidades topográficas, permeabilidad, sustrato y capa freática. El drenaje es vital, porque están relacionada a la fertilidad del suelo, costos de producción y desarrollo de cultivos.
	Riesgo de inundación o anegamiento ("i")	Son inundaciones estacionarias en zonas de selva y llanuras costeras que restringen el crecimiento de plantas. Los riesgos por desbordamiento de ríos son provocados con frecuencia, de larga duración y con mayor área inundada afectan la integridad física del suelo provocando la erosión de las márgenes y causando la pérdida de áreas agrícolas.
	Clima ("c")	Son cualidades únicas de cada zona de vida o bioclima (heladas o bajas temperaturas, sequías prolongadas, deficiencias o excesos de lluvias y fluctuaciones térmicas) que, por la ocurrencia significativa durante el día, entre otras, afectan negativamente al desarrollo de las especies vegetales.
Condiciones especiales	Uso temporal ("t")	Se refiere al uso eventual para la siembra de pastos por presentar restricciones en su crecimiento y desarrollo por escases de humedad en el suelo.
	Terraceo o andenería ("a")	Se refieren a áreas que fueron modificadas por la actividad del hombre en pendientes empinadas, como la realización de trabajos de andenería, el cual ayuda a mitigar la degradación del suelo y preservación de su aptitud natural del suelo.
	Riego permanente o suplementario ("r")	Se refiere al requerimiento de efectuar el riego para la evolución del cultivo, debido a que presenta de climas áridas.

Fuente: El Peruano (2022)

2.2.2. Factores edáficos de CTCUM.

Según, El Peruano (2022) en el D. S. N° 005-2022-MIDAGRI, indica la escala de los valores de los factores edáficos, los cuales se mencionan a continuación:

- **Topografía o relieve:** Está constituido por laderas (corta < 50 m y larga > 50 m) y microrelieve (< 10 m).

Tabla 9. Clases de pendientes según D. S. N° 005-2022-MIDAGRI.

Símbolo	Pendiente corta (%)	Categorización	Pendiente larga (%)	Categorización
A	0-4	Plana a ligeramente inclinada	0-2	Plana o casi a nivel
B	4-8	Moderadamente inclinada	2-4	Ligeramente inclinada
C	8-15	Fuertemente inclinada	4-8	Moderadamente inclinada
D	15-25	Moderadamente empinada	8-15	Fuertemente inclinada
E	25-50	Empinada	15-25	Moderadamente empinada
F	50-75	Muy empinada	25-50	Empinada
G	>75	Extremadamente empinada	50-70	Muy empinada
H			>75	Extremadamente empinada

Nota. Laderas cortas (< 50 m de longitud) y laderas largas (>50 m de longitud).

Fuente: El Peruano (2022).

Tabla 10. Categorías de microrelieve según D. S. N° 005-2022-MIDAGRI.

Símbolo	categorización	Detalle
1	Plano	Ausencia de elevaciones y depresiones
2	Ondulado suave	Con elevaciones y depresiones muy espaciadas
3	Ondulado	Con elevaciones y depresiones de igual profundidad y ancho.
4	Microquebrado	Con elevaciones y con surcos profundos.

Fuente: El Peruano (2022)

- **Textura:** Engloba partículas con diámetros ≤ 2 mm (arcilla, limo y arena) (Tabla 11). Se toma en cuenta hasta los primeros 100 cm de profundidad.
- **Profundidad efectiva y reacción del suelo:** Se refiere al grosor del suelo hasta donde las raíces de plantas llegan al tope en busca de recursos (agua y nutrientes); y el valor pH se toma en cuenta valor medio en una profundidad de 15 a 50 cm (Tabla 12).
- El fragmento rocoso (gravas, guijarros y piedras con un diámetro de 2 mm a 60 cm), la pedregosidad superficial (piedras > 25 cm de diámetro), drenaje, erosión hídrica, salinidad, riesgo de inundación y fertilidad del suelo (30 cm de profundidad) (Tabla 13)

Tabla 11. Clases de texturales según D. S. N° 005-2022-MIDAGRI.

Símbolo	Grupo	Categorización
G	Gruesa	Arena (A)
		Arena franca (AF)
MG	Moderadamente gruesa	Franco arenosa (FA)
M	Media	Franca (F)
		Franca limosa (FL)
		Limo (L)
MF	Moderadamente fina	Franco arcillosa (FAr)
		Franco arcillo arenosa (FArA)
		Franco arcillo limosa (FArL)
F	Fina	Arcillo arenosa (ArA)
		Arcillo limosa (ArL)
		Arcilla (Ar)

Fuente: El Peruano (2022).

Tabla 12. Categorización de profundidad efectiva y pH del suelo de según D. S. N° 005-2022-MIDAGRI.

Factor edáfico	Rangos	categorización
Profundidad efectiva (cm)	< 25	Muy superficial
	25 - 50	Superficial
	50 - 100	Moderadamente profundo
	100 - 150	Profundo
	< 150	Muy profundo
pH	< 3.5	Ultra ácido
	3.6 – 4.4	Extremadamente ácido
	4.5 – 5.0	Muy fuertemente ácido
	5.1 – 5.5	Fuertemente ácido
	5.6 – 6.0	Moderadamente ácido
	6.1 – 6.5	Ligeramente ácido
	6.6 – 7.3	Neutro
	7.4 – 7.8	Ligeramente alcalino
	7.9 – 8.4	Moderadamente alcalino
	8.5 – 9.0	Fuertemente alcalino
> 9.0	Muy fuertemente alcalino	

Fuente: El Peruano (2022)

Tabla 13. Denominación de factor edáfico según D. S. N° 005-2022-MIDAGRI.

Factor edáfico	Símbolo	categorización	Detalle
Fragmentos rocosos	0	Libre	Abarca el < 5 % de porción rocoso/masa de suelo
	1	Ligeramente	< 15 % de porción rocosa/masa de suelo
	2	Moderadamente	15 a 35 % de porción rocosa/masa de suelo
	3	Fuertemente	35 a 60 % de porción rocoso/masa de suelo
	4	Muy fuertemente	> 60 % de porción rocoso/masa de suelo.
Pedregosidad superficial	0	libre o ligeramente pedregoso	No impide el labrado. Las piedras engloban el 0,01 a 0,1 % del área, se encuentran en una distancia mayor a los 20 m
	1	Moderadamente pedregoso	Dificultad mínima en el labrado. Las piedras engloban el 0,1 a 3 % del área, se distancian entre 3 a 20 m, se requieren retirar las piedras para cultivos anuales.
	2	Pedregoso	Las piedras engloban el 3 a 15 % del área, se distancian de entre 1 a 3 m; impiden el sembrío del cultivo en limpio, pero si permite para cultivos permanentes.
	3	Muy pedregoso	Las piedras engloban el 15 a 50 % del área, su distanciamiento es cada 0,5 a 1 m, el cual impide la producción agrícola, pero si se adecua para pastoreo o extracción de madera.
	4	Extremadamente pedregoso	Las piedras cubren el 50 a 90 % del área, con distancian < 0,5 m; el cual impide la producción agrícola, ganadero y forestal.
Drenaje	A	Excesivo	El movimiento del agua en el suelo es muy rápido. Estos suelos son arenosos, muy porosos y con pendientes altas
	B	Algo excesivo	El movimiento del agua del suelo es rápido. Incluye a suelos esponjosos, permeable con cierta facilidad, pendientes altas y libre de moteaduras de gley.
	C	Bueno	El movimiento del agua del suelo es de manera fácil pero no tan rápida. Por lo general, son de textura media y pueden existir moteaduras de gley dentro de horizonte C o a profundidades mayores.
	D	Moderado	El movimiento del agua en el suelo es lento. De modo que el perfil del suelo esta mojado en un periodo corto pero significativo.
	E	Imperfecto	El movimiento del agua del suelo es poco lento; se mantiene mojado el perfil por periodos un poco largos, pero no por mucho tiempo. Siempre hay moteaduras de gley en el inferior o debajo del horizonte A.
	F	Pobre	El movimiento del agua del suelo es más lento, permanece mojado durante un periodo largo.

Erosión hídrica	G	Muy pobre	El movimiento del agua en suelo es muy lento, de modo que una capa de agua se mantiene en la superficie prácticamente casi todo el año.
		Muy ligera	Contempla indicios de erosión mínima por la remoción y arrastre imperceptible de fracciones de suelo.
		Ligera	Contempla indicios de erosión superficial causado por la remoción y arrastre casi imperceptible de fracciones de suelo y existencia de canaliculos.
		Moderada	Contempla indicios de erosión con presencia de cantidad regular de surcos.
		Severa	Contempla numerosos surcos y cárcavas, que no sirven para la agroforestería.
		Extrema	Son suelos totalmente destruidos con numerosas cárcavas o llamado "badlands"
Salinidad	0	No salino	No impide el desarrollo de cultivos sensibles. El suelo tiene una conductividad eléctrica (CE) $< 2 \text{ dS m}^{-1}$.
	1	Muy ligeramente salino	Impide el desarrollo de cultivos sensibles El suelo tiene una CE de $2 - 4 \text{ dS m}^{-1}$.
	2	Ligeramente salino	Impide el desarrollo de cultivos sensibles, pero sí de especies vegetales tolerantes. El suelo tiene una CE de $4 - 8 \text{ dS m}^{-1}$.
	3	Moderadamente salino	Admite el desarrollo de plantas tolerantes. El suelo tiene una CE de $8 - 16 \text{ dS m}^{-1}$
	4	Fuertemente salino	Solo admite el desarrollo de plantas muy tolerantes. El suelo tiene una CE de $>16 \text{ dS m}^{-1}$
Riesgo de inundación	0	Sin riesgo	Las inundaciones muy escasas y de corta duración. Poca altura de lámina de agua saturada y con una duración de periodos cortos, solo algunos meses o años. Admite para cultivos perennes y estacionales.
	1	Ligera	Buena altura de lámina de agua saturada y con una duración de lapso considerable en todos los años. No sirve para cultivos permanentes, pero si para algunos cultivos anuales y pasturas.
	2	Moderada	La altura de agua saturada es profunda y es sucede con frecuencia, con duración de periodos muy largos (años). No admite la explotación agrícola ni forestal.
	3	Severa	De duración casi permanente.
	4	Extrema	
Fertilidad	1	Alta	Integra a suelos con alta concentración de materia orgánica (MO), fósforo (P) y potasio (K).
	2	Media	Se refiere a suelos que reportan con al menos una de las concentraciones de MO, P y K es medio y resto es son altos.
	3	Baja	Se refiere a suelos que reportan con al menos una de sus concentraciones de MO, P y K es bajo.

2.2.3. Mapa de Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor

Interpreta las conductas de las tierras y el fruto que se pueden desear bajo sus cualidades de topográficas, edafoclimáticas y bosques (El Peruano, 2022). Asimismo, brinda información útil e interpretativo, fundamentado con el potencial natural que dispone las tierras para sostener un uso específico (cultivos anuales o permanentes, pastos, forestales y/o protección); además expone la distribución espacial de las diferentes unidades de aptitud uso de la tierra cartografiadas (Larota et al., 2020).

Asimismo, Larota et al. (2020) la representación de las distintas unidades de capacidad de uso son implantadas con símbolos de alfanuméricos, donde el grupo de CUM está compuesta por letras mayúsculas (A,C,P, F y X), seguida por número arábigo que comprende la clase o calidad agrológica (1, 2 y 3) y finalmente con letras minúsculas indican las restricciones de uso que definen a la subclase (s, e, i, w); por lo tanto, se aprecia en la Figura 3.

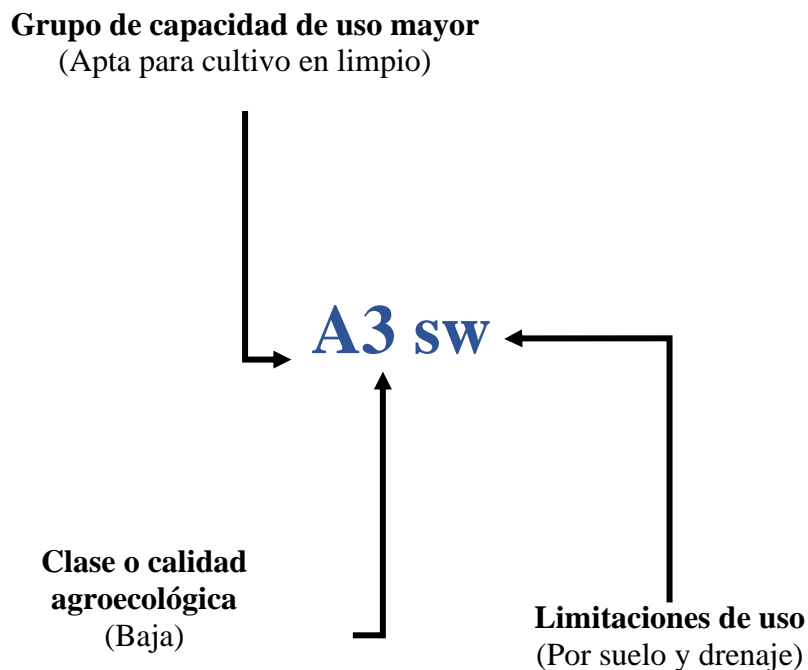


Figura 3. Interpretación del símbolo en el mapa de CUM. Tomado de Larota et al. (2020).

De la misma forma, Atanacio y Barreto (2023), menciona para obtener un buen rendimiento en la producción agrícola, es necesario conocer detalladamente las cualidades del suelo, y para ello, la mejor herramienta para analizar los suelos, usos y restricciones es la Clasificación de Tierras por CUM.

2.3. Uso del suelo

Se refiere a las actividades antrópicas (económicas y culturales) que se ejecutan en la tierra para satisfacer sus necesidades (Pineda, 2011) o indica a la ocupación de un área determinada en relación a su capacidad agrológica (Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D.F [PAOT], 2003).

El uso del suelo es un elemento fundamental para la producción y continuidad de la producción para garantizar la estabilidad de la población de manera social y económica, además genera acceso a la propiedad y usos de la tierra con fines productivos generando mejoría el nivel de calidad de vida de la población (Rico y Rico, 2014). Por otro lado, genera impactos negativos, causando deterioro de biodiversidad, la gestión del sostenible del recurso edáfico provoca problema político, económico y social, entre otros (Perminova et al., 2016).

Y según, Da Silva et al. (2013) los usos del suelo no son factor problema en sí, si no la falta de igualdad en su distribución espacial, designación de usos en áreas inadecuadas, conjeturas inmobiliarias para ciertos usos y normativas poco apropiadas que autorizan o no toman en cuentan.

2.4. Aplicación del Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Para el análisis espacial por lo general se emplea la interpolación para visualizar la distribución de diferentes variables (tipo suelo, cultivos, cobertura, calidad del suelo, cualidades del suelo, enfermedades y plagas, etc.) con la finalidad de cuantificar el impacto de la variabilidad de estas variables y generar posibles manejos adecuados para obtener buenos resultados según el estudio que se desea (Henríquez et al., 2013). Por lo tanto, se menciona a dos métodos de interpolación más usados, los cuales son:

- **Kriging:** Es una técnica geoestadística que, mide la estructura espacial de los datos y su autocorrelación, mediante variogramas para ejecutar pronósticos adecuados.
- **Ponderación del Inverso de la Distancia (IDW):** Es una técnica matemática, que emplea algoritmos basado en los trayectos de los puntos.

2.5. Antecedentes

2.5.1. Distribución espacial de las cualidades fisicoquímicos y biológicos del suelo.

2.5.1.1. Cualidades fisicoquímicas del suelo

En el estudio de Petersen et al. (1995) y Henríquez et al. (2005) citado por Henríquez et al. (2013), concluye que los mapas de interpolación a nivel regional son instrumento esencial para pronosticar un buen nivel de acierto en las cualidades de fertilidad del suelo, mejorar las prácticas de manejo agronómico según su variabilidad existente. De la

misma forma, indica que el uso de los mapas de interpolación de los análisis de suelos es muy valioso en el diagnóstico y recomendación de fertilización y aplicaciones de enmiendas.

Villacorta (2014) indica que, los suelos con cultivos de palma de la localidad de Shambillo del distrito de Padre Abad – Ucayali, reportó el 54 % de la superficie poseen niveles de materia orgánica y nitrógeno con rangos de 3,305 % a 3,820 %, el 43 % de la superficie reportan niveles bajos de fósforo y potasio, así considerando que son suelos poco fértiles. Además, reportan suelos francos y franco arenoso. Mientras, Soto (2016), en su investigación en los suelos de la microcuenca Las Pavas del distrito Mariano Dámaso Beraún - Leoncio Prado, indican superficies homogéneas con texturas franco y franco arenoso, donde el 89,90 % del área de la microcuenca presentan pH moderadamente ácido; 9,74 % de la superficie tienen pH neutro y el 0,36 % con pH fuertemente ácido; el 100 % de la superficie presentan materia orgánica con niveles medio a alta; el 95,9 % del área contienen nitrógeno con niveles alto a muy alto, el 88,92 % presentan niveles altos de fósforo, el 95,14 % indican niveles medios y altos de potasio y finalmente el 98,15 % del área presenta CIC de nivel medio.

De la misma forma, Vásquez (2022) evalúa los suelos con cultivos de café del sector 3 de Octubre del distrito Hermilio Valdizán- Leoncio Prado, donde predominan texturas de franco arcilloso y franco, ocupando el 61,88 % y 26,96 % del área total, en cuanto al pH el 71,64 % del área son fuertemente ácido, el 90,33 % del área total contienen materia orgánica de nivel medio, el 53,15 % y 61,75 % del área contienen niveles bajos de fósforos y potasio, el 79,47 % de la superficie presentan niveles muy bajos de CIC y finalmente presentado con mayor relevancia el contenido de calcio (moderado), magnesio (bajo) y saturación por bases variado (bajo, moderado, alto y muy alto).

Y finalmente, los suelos del fundo Liviac del caserío Rio Negro – distrito de Luyando, reportan textura franca, con pH adecuado para la siembra de cultivos, con concentraciones medias de materia orgánica, nitrógeno y fósforo, bajos en contenido de potasio y CIC (Paredes, 2025).

2.5.1.2. Macrofauna del suelo

En los suelos con cultivo de cacao y bolaina del fundo Rosales del distrito de castillo Grande – Leoncio Prado, se reportaron un total de 1 535 especies, donde las especies con mayor relevancia fue oligochaeta y diplópoda, menor relevancia fue la isóptera. En cuanto a la diversidad de macrofauna edáfica es baja, indicando el índice de Shannon – Wiener diversidad equitativa, con dominancia muy significativa y la relación entre el número total de especies e individuos (Daza, 2019).

Por otro lado, Valdez (2021), en su investigación en los suelos con cultivo de café en distrito de Moyobamba – Moyobamba, identificó 10 y 11 órdenes de macrofauna en suelos con café de diferentes años de plantación (1, 4, 8 y 10 años); donde la densidad alta resultó en suelos en plantaciones de café de 10 años con 141 ind/m², y con baja densidad fue en suelos de plantaciones de café de 8 años con 55 ind/m². Los suelos con plantaciones de café de 4 años reportaron alta diversidad de macrofauna y con menor diversidad fueron en las plantaciones de 8 años; además en las plantaciones de 1 y 4 años, la diversidad de macrofauna es más homogéneos, y finalmente los suelos con plantaciones de café de 8 años reportó alta dominancia y baja dominancia fueron en las plantaciones de café de 10 años.

2.5.2. Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor

Según, Andrade (2021), en la cuenca Cocheros – distrito Rupa Rupa, clasificó y demarcó 80,71 ha de tierras para cultivos en limpio con calidad agrologica baja y con condición por suelo (A3s), 262,44 y 26,32 ha para la explotación forestal con calidad agrologica baja y media con condición por microrelieve y suelo (F2es) (F3es) y 86,4 ha destinados para protección.

De la misma forma, Durand (2022) clasificó a las tierras de la microcuenca Chincamayo del distrito Mariano Dámaso Beraún, en tierras aptas para cultivos permanentes con dos subclases C3es (1,65 ha) y C3s (3,86 ha), para pastos con subclase P3s (2,05 ha); para producción forestal con subclase F3es (204.61 ha), tierras de protección con dos subclases Xes (699,01 ha) y Xe (117,58 ha) y finalmente se identificó las áreas pobladas con 9,38 has.

Asimismo, Olano (2023) delimitó a las parcelas con cultivo de plátano del distrito Pueblo Nuevo y Daniel Alomía Robles, donde clasificó a las tierras aptas para cultivo en limpio con calidad agrológica baja con condiciones por suelo y riesgo de inundación (A3si) que engloba un 3 900,84 has; además delimitó superficies adicionales como centros poblados, playas de ríos y cuerpo de agua que comprende una superficie de 902,12 ha.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción general de la zona de estudio

El estudio se realizó en el sector Inkari, en un área de 417,90 ha, perteneciente al distrito Luyando, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco. Las coordenadas UTM (Datum WGS 84 Zona 18 Sur) del punto centroide es 393319 m Este y 8976631 m Norte.

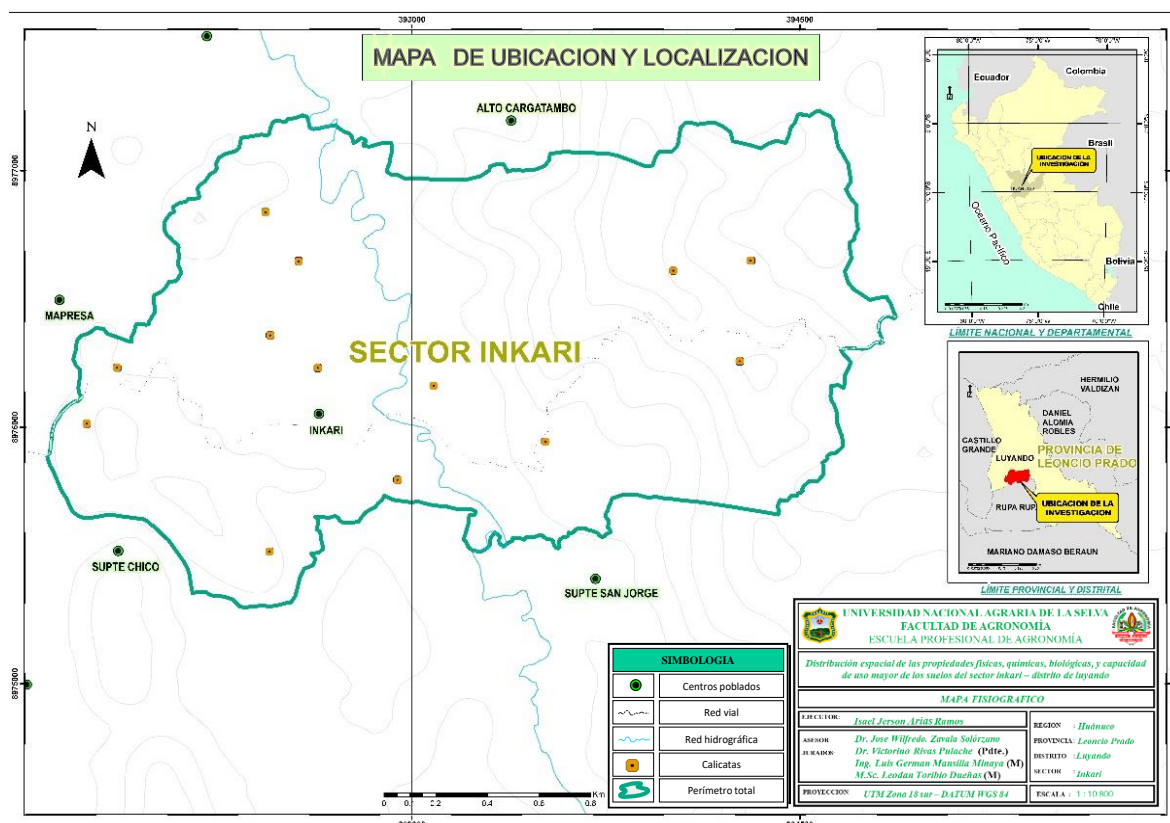


Figura 4. Mapa de ubicación y localización del área de estudio

3.1.1. Clima y zona de vida

Con un clima tropical – cálido y húmedo, temperatura que oscila entre 19 °C a 30°C, humedad relativa promedio de 84 % y con una precipitación media anual de 3 279 mm, con lluvias continuas en los meses de diciembre a marzo (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI], 2024). De acuerdo a la clasificación de zona de vida corresponde a Bosque Muy Húmedo Premontano Tropical (Holdridge, 1987).

3.1.2. Accesibilidad

El acceso al sector Inkari, es por la ruta de la carretera central (Fernando Belaúnde Terry), tramo de Tingo María – Pucallpa, hasta localidad de Mapresa; y con vehículo motorizado (motocicleta) es de 10 minutos aproximadamente desde Tingo María.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales, herramientas y reactivos

Los materiales empleados son: libreta de campo, bolsa de plástico transparente de 1kg, regla, costal blanco, monolito de madera (25 x 25 x10 cm), frascos de vidrio, pinzas, jeringas y lupa; las herramientas fueron: Wincha de 5 m, cinta métrica, regla, pala, pico; y los reactivos fueron: formol al 10 % y alcohol al 70 %.

3.2.2. Software y equipos

Los softwares utilizados son ArcGIS 10.8, Google Earth Pro y Microsoft Office.

3.2.3. Equipos

Los equipos empleados fueron cámara digital, laptop Intel Core i5 y GPS marca Garmin modelo Map. 60csx.

3.3. Metodología

3.3.1. Tipo de investigación

Corresponde a una investigación con carácter descriptivo y analítico por la propia naturaleza del estudio. Se empleó la metodología descriptiva bajo un diseño no experimental, pasando por tres etapas de recolección de información de datos primarios a través de muestras de análisis de suelos de las calicatas, elaboración de mapas y análisis.

3.3.2. Distribución espacial de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos del sector Inkari

3.3.2.1. Recopilación de información e identificación de la zona de estudio

Consistió en la recopilación de información de la zona de estudio, usando imágenes satelitales, modelo de elevación digital (DEM), shp de ríos y curvas (Anexo 1). La exploración de la zona de estudio se realizó mediante el apoyo de mapas cartográficos locales y con la ayuda de la autoridad de la zona para delimitar el sector completo, previo diálogo con los propietarios de los fundos; amanecer, las lomas, los pinos, y vecinos colindantes para finalmente elaborar el mapa fisiográfico base del área de estudio.

3.3.2.2. Distribución y muestreo de los suelos

Dentro del área de estudio se determinaron el número de puntos de muestreo los cuales fueron distribuidos según el área y las dimensiones de las unidades

fisiográficas (Mapa 01), llegando a distribuir un total de 13 puntos en todo el área de investigación (Tabla 14).

Tabla 14. Distribución de puntos de muestreo según las unidades fisiográficas

Unidades Fisiográficas	Área		N° de calicatas
	Ha	%	
Terraza Alta (Ta)	11,33	2,71	1
QIC	48,07	11,50	2
Lomada (Lo)	74,23	17,76	3
Colina baja (Cb)	158,27	37,87	4
Colina alta (Ca)	125,99	30,15	3
Total	417,90	100,00	13

Fuente: Elaboración propia

a) **Parámetro físico y químico del suelo**

El muestreo de suelos se hizo mediante la realización de calicatas cuyas dimensiones fueron de 1 m x 1,50 m x 1,50 m. Las muestras (1kg) fueron recolectadas de cada horizonte, las cuales se etiquetaron correctamente describiendo (Sector, coordenadas, numero de calicata, horizonte, entre otros). Además, se tomó otras informaciones importantes como (profundidad efectiva, permeabilidad, drenaje, estructura, pedregosidad superficial, cultivo, entre otros) y finalmente fueron llevadas al laboratorio.

b) **Parámetro biológico del suelo**

De acuerdo a la metodología de Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF) (Anderson y Ingram, 1993 citado por Cabrera et al., 2017), se realizó el muestreo de macrofauna en los trece (13) puntos de muestreo (Tabla 14) de forma manual, empleando un monolito de madera con dimensiones de 25 x 25 x 10 cm de profundidad; la macrofauna recolectada se colocó en frascos de vidrio con solución de alcohol al 90 % y Formol al 5 %.

Las muestras de suelo y de macrofauna fueron trasladadas al Laboratorio de Suelos y Entomología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para su respectivo análisis fisicoquímico del suelo y la identificación de especies.

3.3.2.3. Análisis físico, químico y biológico en laboratorio

Se efectuaron los análisis de suelos con las metodologías ya establecidas por el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía – UNAS; y en el laboratorio de Entomología se realizó la identificación de macrofauna mediante la observación de cada individuo recolectado en un estereoscopio con apoyo del técnico y manuales. Para

determinar la densidad (ind/m²) se multiplicó por 16 en cada punto (Correia y Oliveira, 2000) y para determinar la diversidad macrofauna se empleó las siguientes fórmulas (Tabla 15).

Tabla 15. Fórmulas para el cálculo de diversidad de macrofauna edáfica.

Índice	Formula
Índice de Simpson (D)	$D = 1 - \sum_{i=1}^S (pi^2)$
Equidad de Pielou (E)	$E = J = \frac{H'}{\ln S}$
Shannon-Wiener (H')	$H' = \sum_{i=1}^S (pi \ln (pi))$

pi = Cantidad de individuos total de la muestra que pertenecen la especie (pi =ni/N)
 ni = abundancia de la especie i
 N= Número total de individuos
 Ln = logaritmo natural
 S = Número de especies

Nota: D y E (cercaos a 1 > dominancia y abundante y cerca al 0 < dominancia y abundancia); H': escala de 1.5 a 3.5 o =>4.5

Fuente: Ñique (2010); Magurran (1987) citada por Reyes y Torres, (2009).

3.3.3. Sistematización de la distribución espacial de las propiedades físicoquímicas y biológicas.

Con el resultado de los análisis de suelos de los parámetros fisicoquímico del primer horizonte, se realizó la interpolación con el método IDW y la elaboración de mapas temáticos de distribución espacial con el uso de Software ArcGIS 10,8. Lo cual se muestra a continuación paso por paso el procedimiento:

- Se digitó las coordenadas UTM de las calicatas con su respectivo resultado de análisis del suelo de la primera capa o los primeros 20 cm de profundidad en el programa de Microsoft Excel, luego se insertó al ArcGIS las coordenadas y los parámetros fisicoquímicos del suelo, posteriormente se hizo la interpolación con el método IDW, después se efectuó la conversión y validación, para finalmente obtener los diferentes mapas distribución espacial de las propiedades físicas y químicas (Textura, M.O, pH, N, P, CICE, Al) y la macrofauna.

3.3.4. Clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor del sector Inkari

3.3.4.1. Preparación de mapas temáticos

Se generó en base a la delimitación de la zona de estudio (mapa de ubicación), modelo de elevación digital (DEM) y shp de curvas de nivel y red hidrográfica adquirido de la Carta Nacional, los cuales se insertaron en el programa de ArcGIS 10,8,

procediendo a realizar los mapas temáticos (Figura 5), el cual se clasificaron los parámetros edáficos según reglamento de CTCUM descritas en el D. S. N° 005-2022-MINAGRI.

- **Mapa de pendiente.** apoyado en el Software ArcGIS 10.8 se procesó las curvas de nivel específicamente con la herramienta “Reclassify” donde se clasifico de acuerdo a los rangos mencionados en el reglamento (Tabla 9).
- **Mapa de microrelieve.** Se determinó por interpretación de la imagen DEM y las curvas de nivel y la posterior clasificación según el reglamento propuesto dentro del decreto supremo D. S. N° 005-2022-MINAGRI. (Tabla 10).
- **Mapa de textura.** Para elaborar el mapa de textura se realizó la interpolación en 5 grupos texturales (Tabla 11).
- **Mapa ecológico.** Para obtener el mapa ecológico se utilizó la categorización de las zonas de vida propuesta por HOLDRIGE (1987). Identificándose que el lugar de estudio está localizado en la zona ecológica denominada Bosque muy Húmedo – Premontano Tropical (bmh – pt).
- **Mapa de profundidad efectiva y pH.** Se realizó mediante la interpolación de datos en el software ArcGIS clasificando cada dato según los rangos establecidos (Tabla 12).
- **Mapas de factor edáfico complementarios.** Haciendo uso de la interpolación de datos se determinó y clasifico los mapas de fragmentos rocosos, pedregosidad e inundación en 5 categorías, el drenaje se clasifico en 7 parámetros y la fertilidad en 3 categorías (Tabla 13).
- **Mapa de erosión.** Se empleó la información de precipitación mensual y anual de los años 2001 al 2023 de la Estación Meteorológica de Tingo María. Para ello se aplicó la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos Revisada (RUSLE):

$$A = R * K * LS * C * P \quad (1)$$

Donde: A : Promedio de perdida de suelo por hectárea expresado en ton/ha/año

R : Factor de erosividad de la lluvia en MJ.mm/ha⁻¹.h⁻¹.

K : Factor de erosionabilidad del suelo en ton.h.MJ/cm

LS: Factor de longitud y gradiente de pendiente

C : Factor del manejo de vegetación.

La erosión y pérdida de suelos se categoriza en baja (< 5t/ha/año), Moderada (5 - 25 t/ha/año), media (25 - 50 t/ha/año), alta (50 – 100 t/ha/año), muy alta (100 – 200 t/ha/año) y critica (>200 t/ha/año) (Edeso et al., 1997).

Tabla 16. Fórmulas para el cálculo de factor R y K

Factor	Formula	Fuente
R	$R = \frac{\sum_{i=1}^{i=12} pi^2}{P}$	Arnoldus (1977)
	i: Número del mes p: precipitación mensual (mm) P: precipitación media anual (mm)	
K	$K = \left[\frac{2.1 M^{1.14} (10^{-4}) (12-mo) + 3.25 (s-2) + 2.5 (p-3)}{100} \right]$	Wischmeier y Smith (1978)
	M: Variable de fracciones finas [(%limo + % arena muy fina) *(100 % - % arcilla)] mo: % de materia orgánica s: índice de estructura p:clases de permeabilidad	

Tabla 17. Datos de factor de cobertura (C) y factor longitud y gradiente de la pendiente (LS)

Uso de la tierra	C	Pendiente	LS
Suelo sin cobertura	1	0 -3	0,3
Bosque denso o cultivos con mucho espesor	0,001	0 - 12	1,5
Sabana o pastizales sin pastoreo	0,01	12 - 18	3,4
Cultivo de desarrollo lento – 1 ^{er} año	0,3 - 0,8	18 - 24	5,6
Cultivo de desarrollo lento – 2 ^{do} año	0,01 - 0,1	24 - 30	8,7
Cultivo de desarrollo rápido – 1 ^{er} año	0,01 - 0,1	30 - 60	14,6
Maíz, sorgo	0,4 - 0,9	60 - 70	20,2
Arroz (Fertilización intensiva)	0,1 - 0,2	70 - 100	25,2
Algodón, tabaco (2 ^{do} s ciclo)	0,5 - 0,7	>100	28,5
Maní, Soya	0,4 - 0,8		
Yuca - 1 ^{er} año	0,01		
Palma, café, coco con cultivos	0,1 - 0,3		

Fuente. Roose (1997); Mintegui (1988) citado por Delgado (2010).

3.3.4.2. Ejecución de mapa de Capacidad de Uso Mayor de Tierras

La clasificación se ejecutó de acuerdo al Anexo III y IV del reglamento de CTCUM descritas en el D. S. N° 005-2022-MINAGRI.

a) Grupo de CUM

Se estableció el grupo mediante la zona de vida (Bosque muy húmedo Premontano Tropical); donde se empleó la Clave 14 del Anexo III del reglamento CTCUM (Figura 6), posterior a ello se identificó el tipo de pendiente (corta o larga) en su mayoría fue corta < 50 m de cada una de las unidades de muestreo, luego se verificó los datos de los parámetros edáficos preliminarmente categorizados (Figura 6). En el programa de ArcGIS 10.8 se empleó la herramienta “intersect” aplicados a las capas vectoriales de los parámetros edáficos y finalmente se determinó el grupo de CUM a todo los que reúnen los requisitos para sus respectivas categorías.

b) Clase y subclase de capacidad de uso mayor

Se procedió a utilizar el Anexo IV del reglamento CTCUM, para categorizar el Grupo de CUM según su Calidad Agrologica, donde se realizó la confrontación de los análisis de suelo de laboratorio y campo. Asimismo, se destinó las restricciones o Subclase de CUM encontradas.

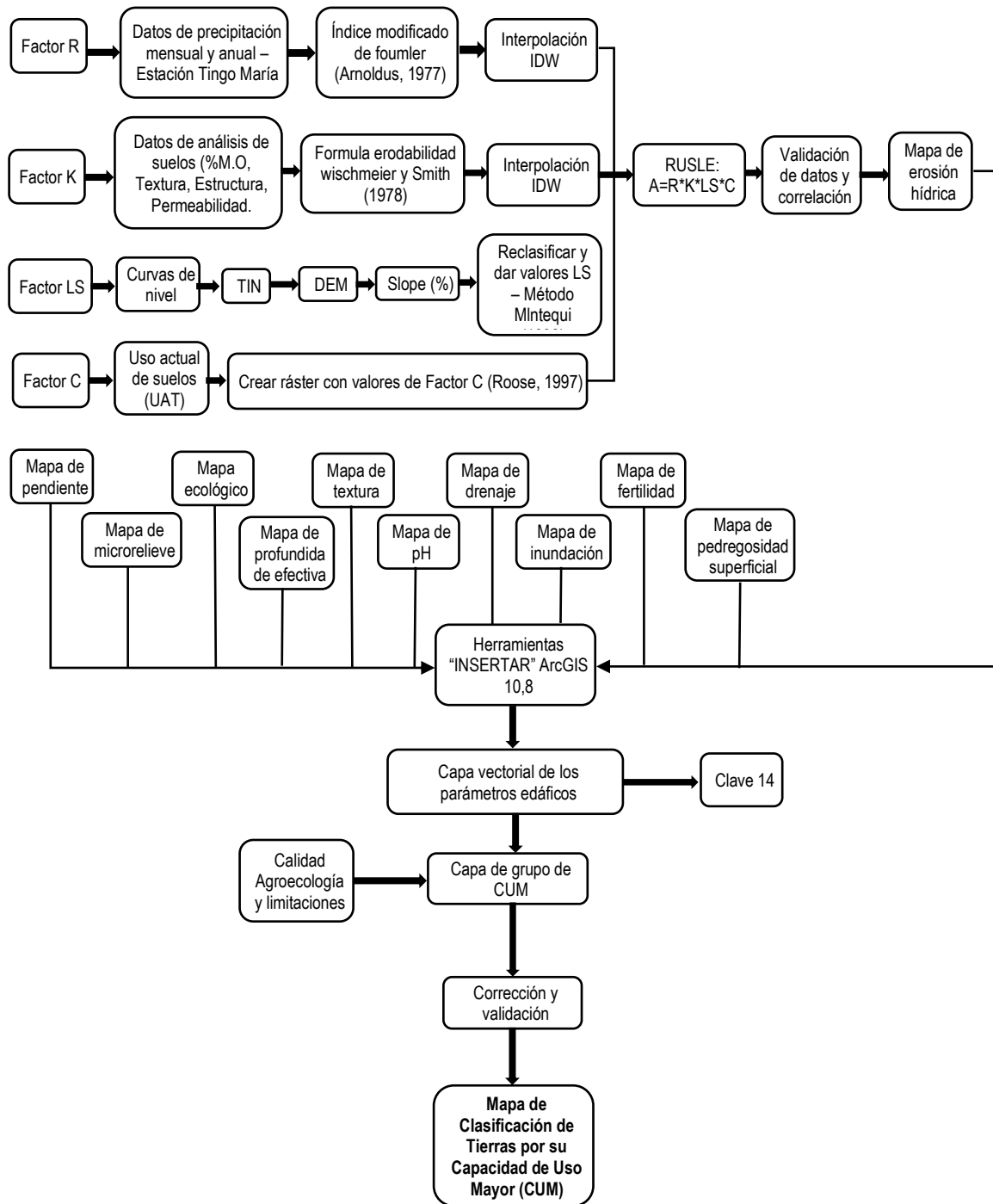


Figura 5. Procesos para elaborar el mapa de CTCUM

Clave 14: Bosque húmedo – Tropical
Bosque muy húmedo – Premontano Tropical
Bosque muy húmedo – Subtropical
Bosque muy húmedo – Montano Bajo Tropical
Bosque muy húmedo – Montano Bajo Subtropical

Grupos de Capacidad de Uso Mayor		Pendiente (%)		Micro-relieve (hasta)	Factores Edáficos (Clases permisibles)										Factor Cobertura Vegetal (Bosques)
		Corta	Larga		Prof. (cm) mínima	Textura (acepta)	Pedreg. Sup. (hasta)	Drenaje (acepta)	pH (acepta)	Erosión (hasta)	Salinidad (hasta)	Inundación (hasta)	Fertilidad sup. (hasta)	Fragmento rocoso (hasta)	Vigor o área basal (acepta)
A	Cultivo Limpio en	0 - 4	0 - 2	3	50	MG,M,MF,F	1	A,B,C,D,E,F*	4.5 a +7.0	Moderada	2	1	3	2	2,3/3,4
		4 - 8	2 - 4	2	100	MG,M,MF	1	A,B,C,D	5.0 a +7.0	Ligera	2	-	3	2	2,3/3,4
C	Cultivo Permanente *	0 - 4	0 - 2	3	25	Todas	2	A,B,C,D,E	4.5 a +7.0	Moderada	3	1	3	3	2,3/3,4
		4 - 8	2 - 4	2	50	Todas	2	A,B,C,D,E	4.5 a +7.0	Moderada	3	-	3	3	2,3/3,4
		8 - 25	4 - 15	2	100	G,MG,M,MF	2	A,B,C,D,E	5.0 a +7.0	Ligera	3	-	3	3	2,3/3,4
		25 - 50 &	15 - 25	2	100	M,MF	2	A,B,C,D	5.0 a +7.0	Ligera	3	-	3	3	2,3/3,4
			25 - 50 &	2	100	M,MF	2	A,B,C,D	5.0 a +7.0	Ligera	3	-	3	3	2,3/3,4
P	Pastos	0 - 8	0 - 4	3	50	Todas	3	A,B,C,D,E,F	4.0 a +7.0	Moderada	3	2	3	4	2,3/3,4
		8 - 15	4 - 15	3	100	MG,M,MF,F	3	A,B,C,D,E	5.0 a +7.0	Ligera	3	-	3	4	2,3/3,4
F	Forestal	0 - 8	0 - 4	4	25	Todas	3	Todos	Todos	Severa	3	3	3	4	1,2,3/1,2,3,4
		8 - 25	4 - 15	4	50	Todas	3	A,B,C,D,E	Todos	Severa	3	-	3	4	1,2,3/1,2,3,4
		25 - 50	15 - 25	3	50	Todas	3	A,B,C,D	Todos	Moderada	3	-	3	4	1,2,3/1,2,3,4
		50 - 75	25 - 50	3	100	Todas	3	A,B,C,D	Todos	Moderada	3	-	3	4	1,2,3/1,2,3,4
			50 - 75	2	100	Todas	3	A,B,C,D	Todos	Ligera	3	-	3	4	1,2,3/1,2,3,4
X	Protección	Tierras con características fuera de los límites señalados para los grupos superiores												1,2,3/1,2,3,4	

* Solo para cultivo de arroz

& Solo para cultivo de café

Solamente hasta altitudes menores a 2,600 msnm.

Nota: G (Gruesa), MG (Moderadamente gruesa), M (Media), MF (Moderadamente fina), F (Fina)

Figura 6. Clave 14 empleado para determinar el grupo de CUM. Tomado de El Peruano, 2022.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Distribución espacial de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos del sector Inkari

4.1.1. Textura del suelo

Los suelos de sector Inkari manifiestan diversas texturas como franco arenoso, franco, franco arcilloso, franco arcillo arenoso y arcilloso. Además, en la Figura 7 y Tabla 18, se muestra la distribución espacial de textura del suelo del sector Inkari, donde la clase textural que más destacó es el franco arcillo arenoso abarcando un área de 263,85 ha, que simboliza 63,1 % del área total, seguidamente por la textura franco arcilloso que comprende un área de 76,09 ha, que representa el 18,2 %, la textura franco que abarca un área de 64,22 ha, que simboliza el 15,4 %, la textura franco arenoso que engloba un área de 11,66 ha, que comprende el 2,8 % y finalmente con menos visibilidad fue la textura arcillosa que comprende una superficie de 2,09 ha, que representa el 0,5 % del área total.

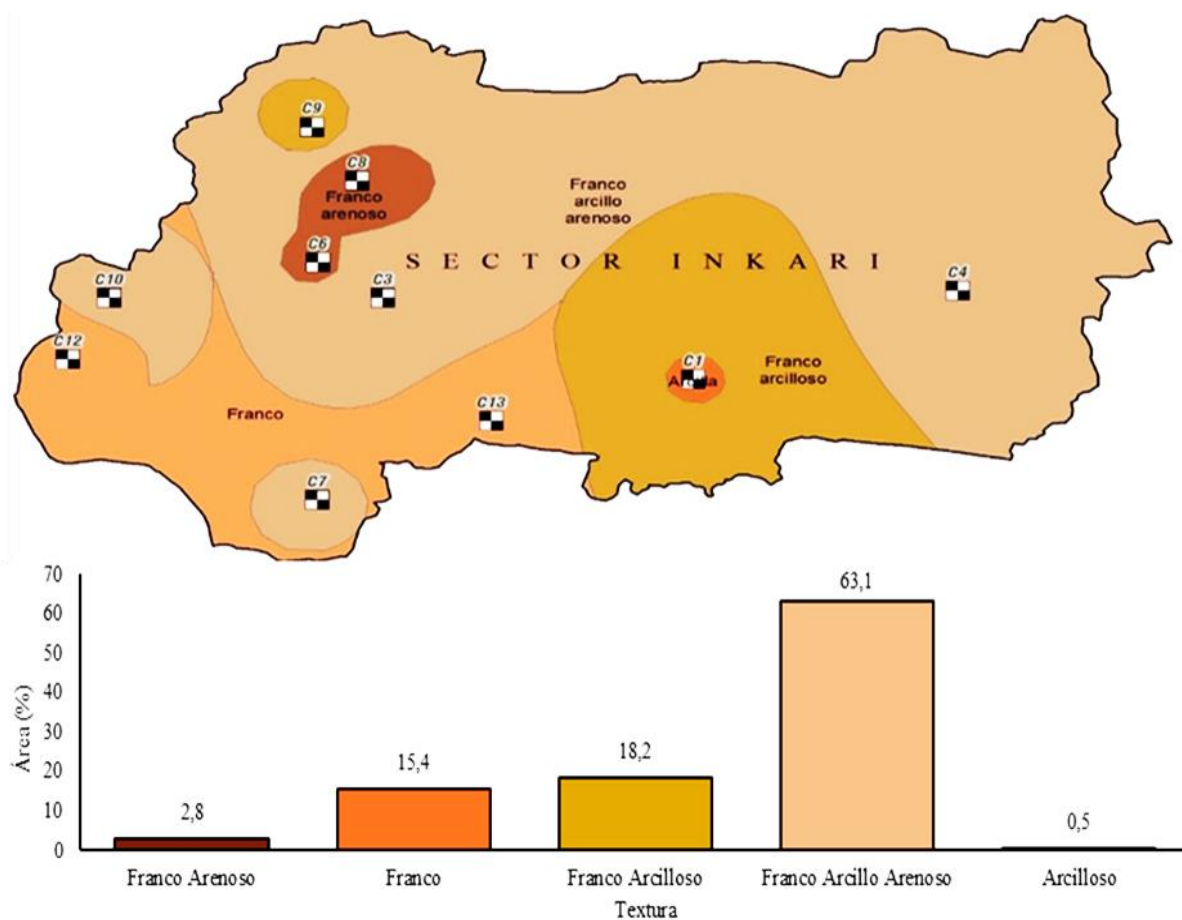


Figura 7. Distribución espacial de las clases texturales de suelos del sector Inkari

Por lo tanto, los suelos del sector Inkari reportan una buena clase textural, lo cual indica que tiene una buena distribución del porcentaje de partículas (arena, limo y arcilla), que brinda soporte y fijación de raíces ayudando en la nutrición adecuada del cultivo (Rucks et al., 2004). Sin embargo, en áreas con mayor contenido de arcilla tiende a dificultar la ejecución de ciertas actividades o labores agrícolas.

Tabla 18. Superficie de distribución de texturas de los suelos del sector Inkari

Clase textural	Superficie	
	ha	%
Franco Arenoso	11,66	2,8
Franco	64,22	15,4
Franco Arcilloso	76,09	18,2
Franco Arcillo Arenoso	263,85	63,1
Arcilloso	2,09	0,5
Total	417,90	100,0

4.1.2. Reacción del suelo (pH)

En la Figura 8, presenta la distribución de pH de los suelos del sector Inkari de todas las calicatas (Mapa N° PH - 01), donde prevalecieron suelos con pH que varían desde ultra ácido (3,34) a moderadamente ácido (5,9).

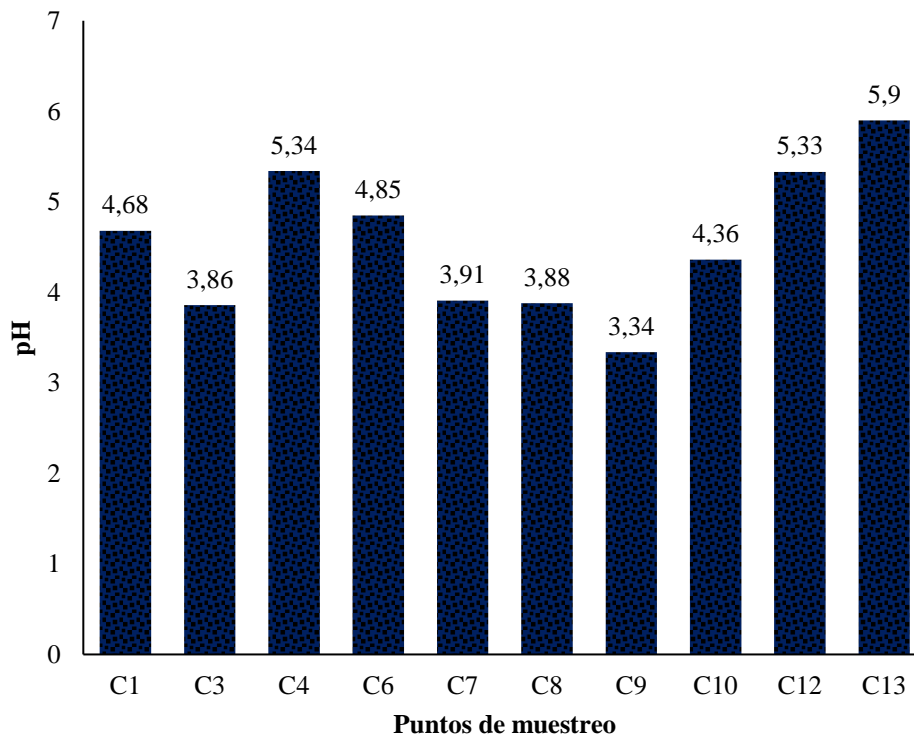


Figura 8. Variabilidad de pH del suelo en los puntos de muestreo

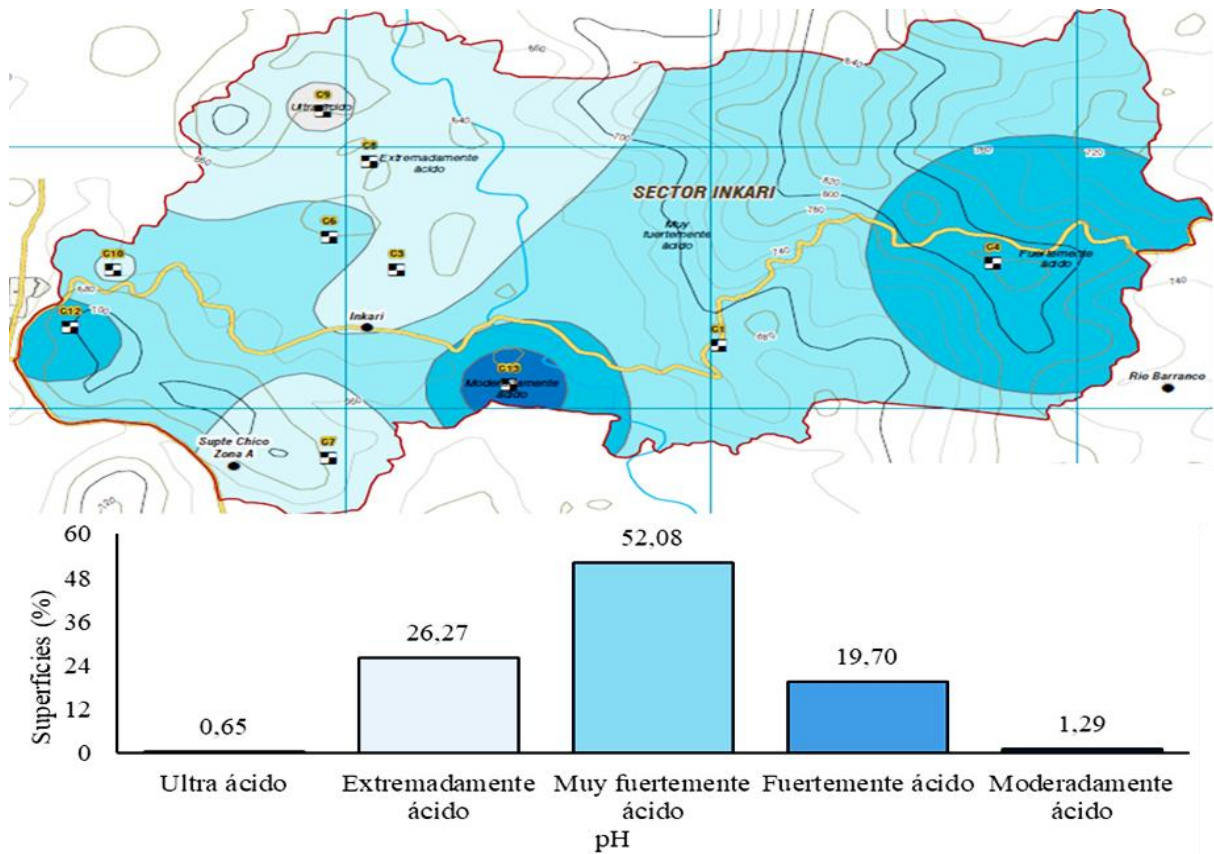


Figura 9. Distribución espacial de pH del suelo en el sector Inkari.

Asimismo, en la Figura 9 y Tabla 19, se observa la distribución espacial de los niveles de pH del suelo en el sector Inkari, donde los niveles que más predominaron son pH muy fuertemente ácido (4,5 – 5), ocupando una superficie de 217,66 ha, que representa el 52,08 %, seguidamente del pH extremadamente ácido ocupando una superficie de 109,9 ha, que representa el 26,27 % y pH fuertemente ácido abarcando un área de 82,32 ha, que representa el 19,70 % del área de total. Los suelos con menor relevancia fueron el pH moderadamente ácido y Ultra ácido, ocupando un área de 5,41 ha y 2,71 ha, que representa el 1,29 % y 0,65 % del área total. se puede contemplar con más detalle en el mapa de distribución espacial de pH (Mapa: pH - 02).

Esta información (pH del suelo) es uno de los elementos primordiales que influye directamente en la fertilidad del suelo (Ramírez, 1997), influyendo en la disponibilidad de nutrientes para las plantas y organismos del suelo, desarrollo de las plantas, estructura del suelo, procesos de mineralización, entre otros (EuropeAid Co-Operation Office y Universidad en el Campo, 2011). De las gráficas mostradas se deduce que los suelos del sector Inkari en su mayoría presentan pH muy fuertemente ácido, es decir que los suelos presentan problemas para el desarrollo de los cultivos.

Tabla 19. Áreas que ocupan los niveles de pH del suelo en el sector Inkari

Categorización	Rango	Superficie	
		ha	%
Ultra ácido	< 3,5	2,71	0,65
Extremadamente ácido	3,6 - 4,4	109,8	26,27
Muy fuertemente ácido	4,5 - 5	217,66	52,08
Fuertemente ácido	5,1 - 5,55	82,32	19,70
Moderadamente ácido	5,6 - 6	5,41	1,29
Total		417,90	100,00

Los suelos del sector Inkari son ácidos y están ubicados en la región selva, estos niveles de acides son propios de suelos tropicales que presentan altas concentraciones de aluminio soluble, son muy delicados a la erosión, baja fertilidad actual y potencial, concentraciones altas de aluminio, niveles bajos de macro y micronutrientes (Rivera et al., 2016). Asimismo, estos suelos con pH ácidos perjudican la disponibilidad de nutrientes, mineralización, disminuye la CIC y la aumenta la solubilidad de aluminio y hierro (EuropeAid Co-Operation Office y Universidad en el Campo, 2011); además la acidificación del suelo se debe también por la hidrólisis de aluminio.

Esta acidificación en el suelo puede ser por estos factores como el origen del material inicial, componente biótico, precipitaciones constantes en esta parte de la selva y el complejo adsorbente (EuropeAid Co-Operation Office y Universidad en el Campo, 2011). Pero esta acidificación se puede disminuir mediante el uso de enmiendas como: sulfato de calcio, cal agrícola, dolomita, hidróxido de calcio, cenizas de madera (Intagri, 2025 y Knopel, 2018) y el correcto manejo de cobertura vegetal para frenar la erosión hídrica.

4.1.3. Materia orgánica (%)

En la Figura 10, se observa el porcentaje de materia orgánica en el suelo del sector Inkari en todos los puntos de muestreo, el cual varía desde 0,57 % (nivel bajo) a 3,96 % (nivel medio). De la misma manera, en la Figura 11, Tabla 20 y Mapa MO - 03, se observa con más detalle la distribución espacial de la materia orgánica del suelo en el sector Inkari, donde la mayoría de los suelos presentan niveles medios de porcentaje de materia orgánica (2 – 4 %), abarcando una superficie de 375,68 ha y representando el 89,90 %, también con menor

relevancia se encontró suelos con niveles de concentración de materia orgánica bajo (< 2 %) con 42,23 ha, que representa el 10,10 % del área total.

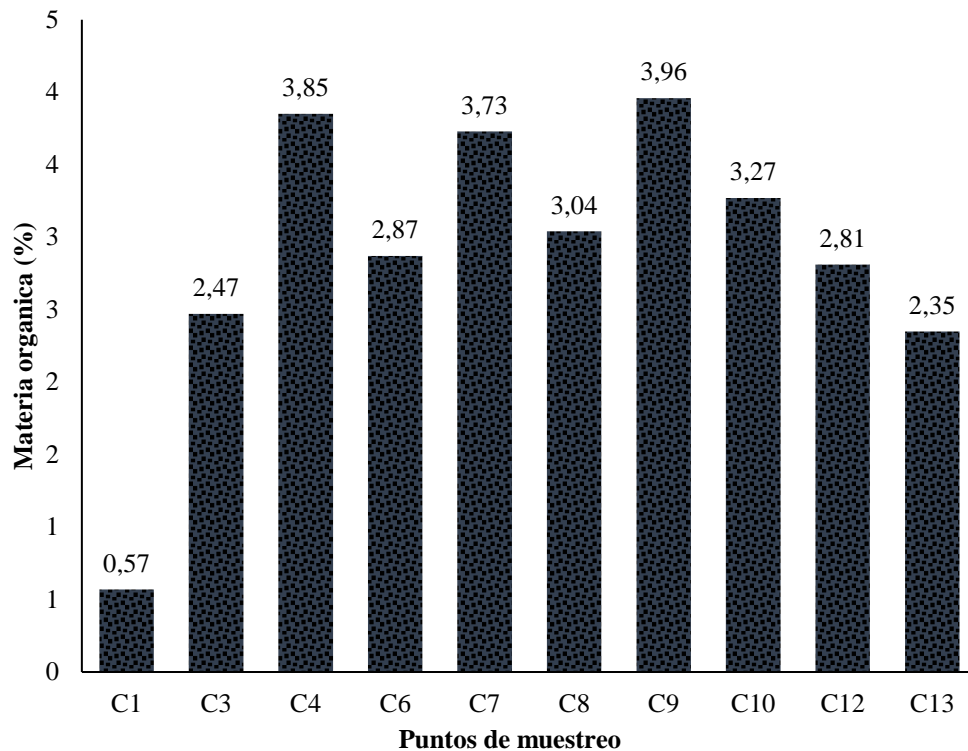


Figura 10. Variabilidad de materia orgánica en los puntos de muestreo del sector Inkari.

La cantidad de materia orgánica influye directamente en el contenido de nutrientes del suelo, es decir, si se presentan niveles medios de MO indica que también reportaran niveles medios de contenido de N, P y K. Además, la buena cantidad de materia orgánica ayuda mejorar las cualidades fisicoquímicas y biológicas del suelo, incrementa su fertilidad, favorece a la penetración, asiste en la retención hídrica, disminuye la erosión edáfica (Fertilab, 2017c; Julca et al., 2006), además de ser un indicador de disponibilidad de N y funciona como una barrera limitante en la variación drástica del pH (Sadeghian, 2018).

Tabla 20. Niveles de materia orgánica del suelo en el sector Inkari

Categorización	Rango (%)	Superficie	
		ha	%
Bajo	< 2	42,23	10,10
Medio	2 - 4	375,68	89,90
Total		417,90	100,00

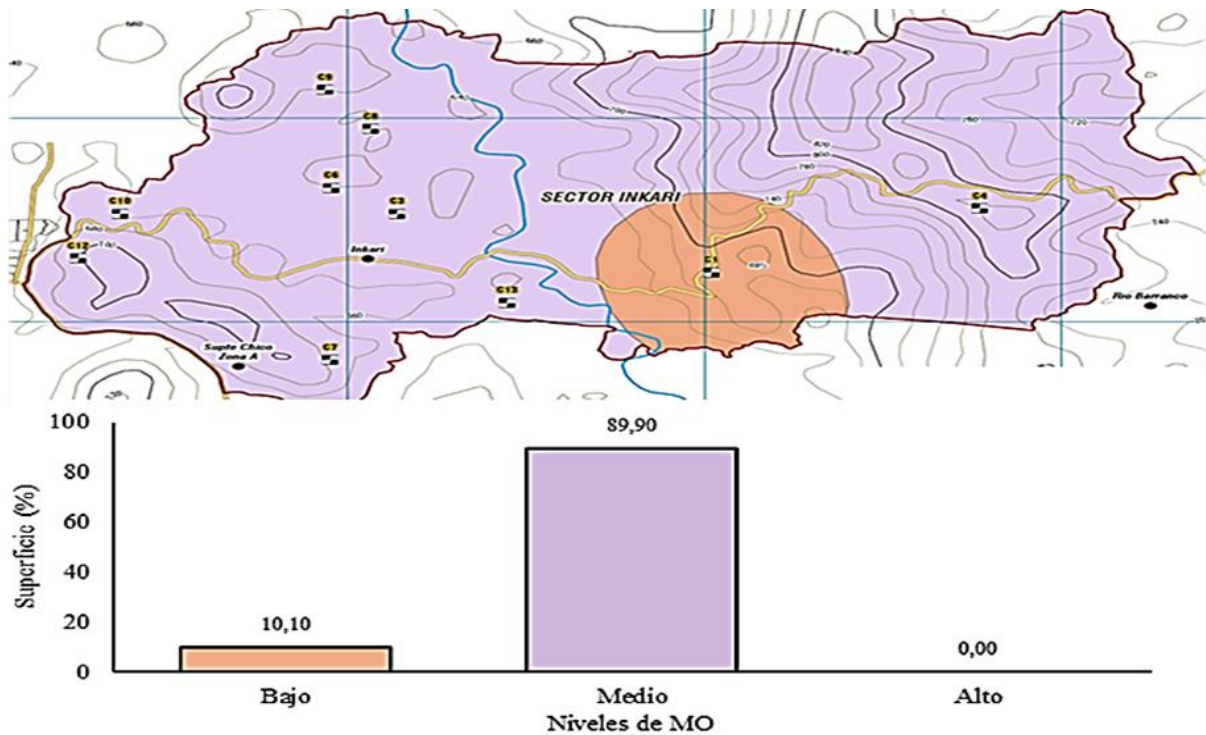


Figura 11. Distribución espacial de materia orgánica en el sector Inkari.

4.1.4. Nitrógeno total (%)

La concentración de nitrógeno total en el suelo del sector Inkari varía desde 0,03 % (bajo) a 0,20 % (medio) (Figura 12).

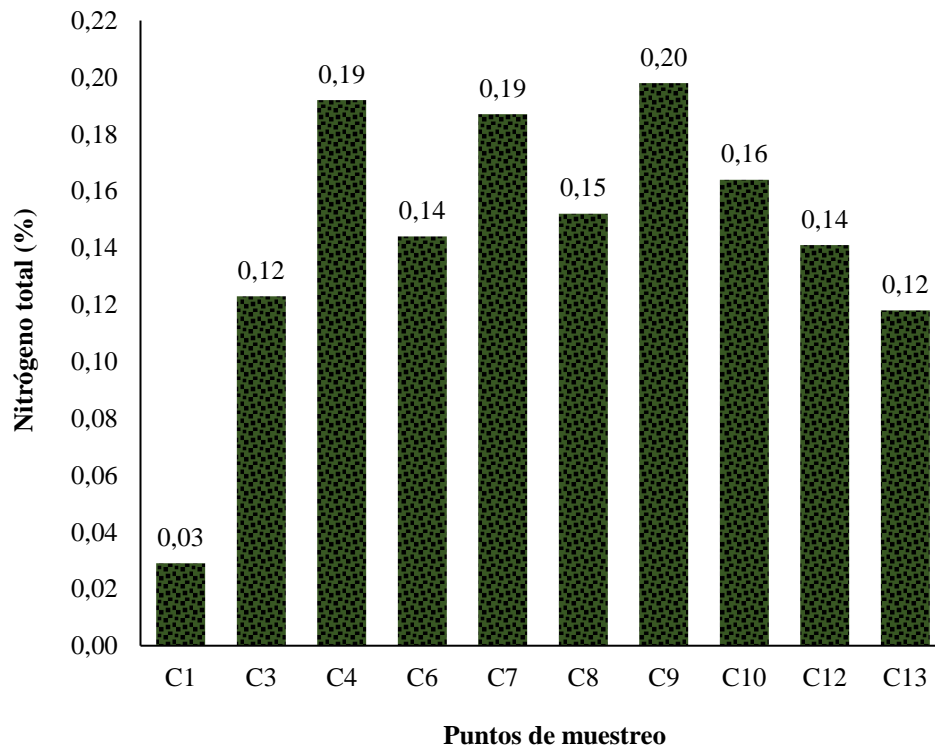


Figura 12. Nitrógeno total en los puntos de muestreo en los suelos del sector Inkari.

Asimismo, en la Figura 13, Tabla 21 y Mapa N-04, expone con más detalle la distribución espacial de nitrógeno total del suelo en el sector Inkari, en el cual el nitrógeno total que más predomina en estos suelos es el nivel medio (0,1 - 0,2 %), abarcando una superficie de 376,08 ha, que representa el 89,99 % y con menor relevancia fue el nivel bajo (< 0,1 %) englobando una superficie de 41,82 ha, que representa el 10,01 % del área total.

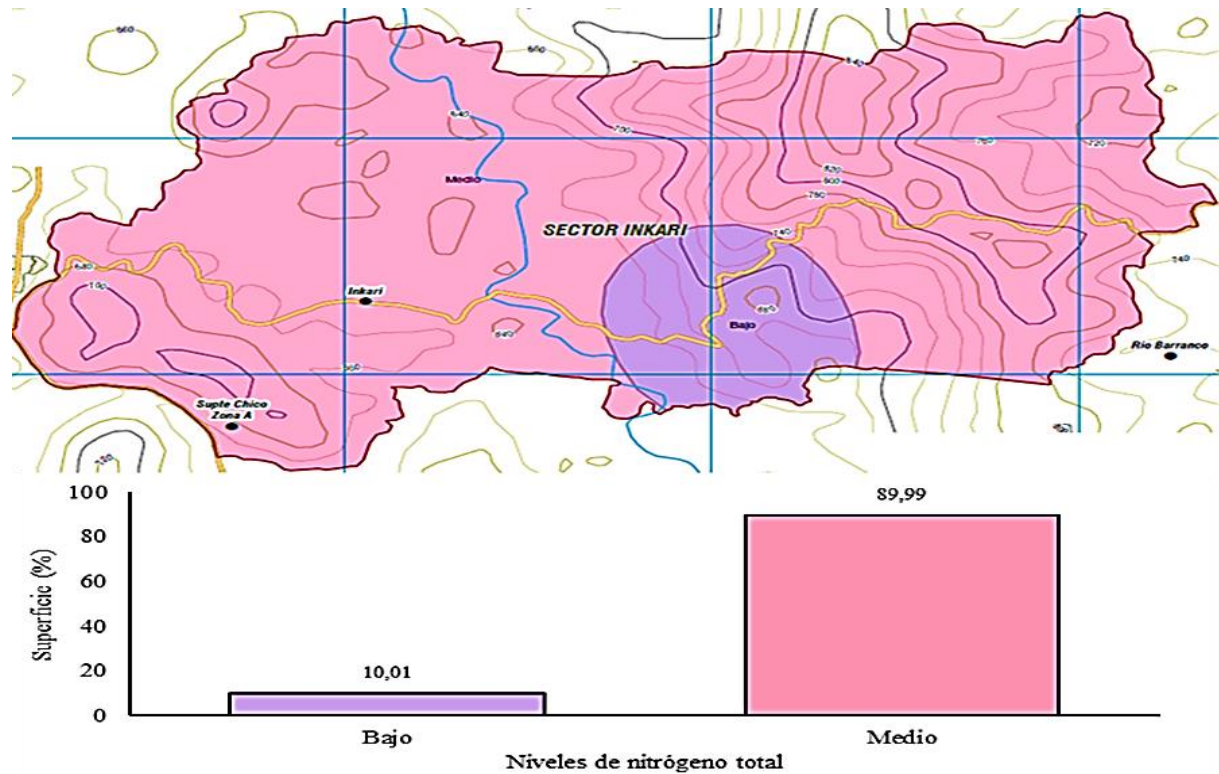


Figura 13. Distribución espacial de nitrógeno total en el suelo del sector Inkari.

La mayoría de los suelos del sector Inkari reportan niveles medios de nitrógeno, este nutriente es un elemento esencial para el desarrollo la planta y su existencia depende de la mineralización de la materia orgánica (Ramírez, 1997), en el sector agrícola ayuda a tener un buen rendimiento de cultivos. Además, la variabilidad de nitrógeno en los suelos del sector Inkari puede estar provocado por las constantes lluvias, uso de fertilizantes y abonos orgánicos, mineralización de residuos vegetales y animales (Fertilab, 2017a).

Tabla 21. Niveles de nitrógeno total en el suelo del sector Inkari

Categorización	Rango (%)	Superficie	
		ha	%
Bajo	< 0,1	41,82	10,01
Medio	0,1 - 0,2	376,08	89,99
Total		417,90	100,00

4.1.5. Fósforo disponible

La concentración de fósforo disponible en el suelo del sector Inkari en todos los puntos de muestreo varía desde 9,23 ppm (medio) a 20,90 ppm (alto) (Figura 14).

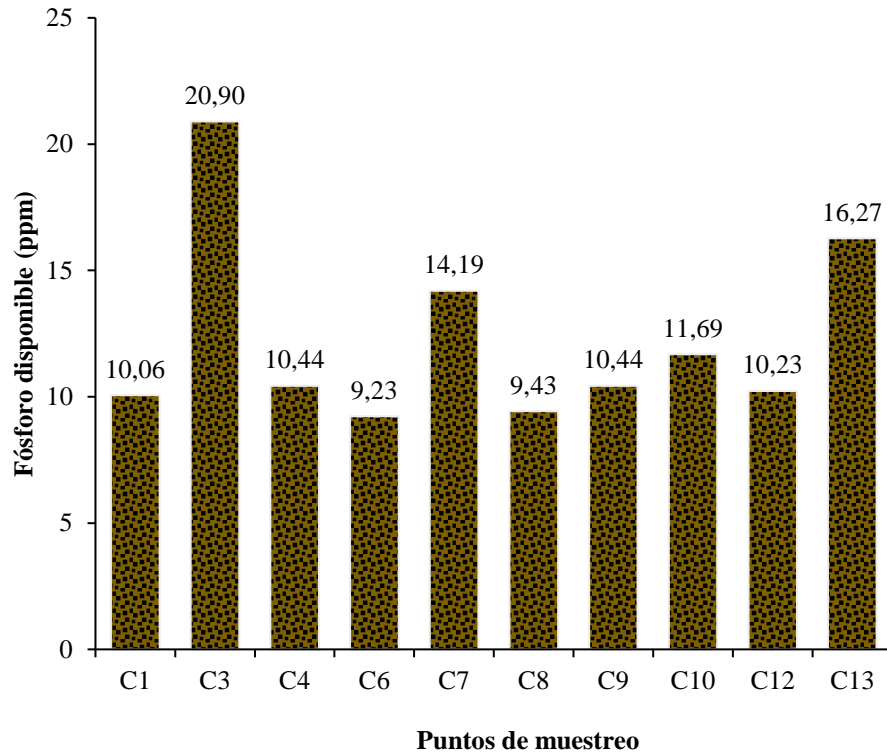


Figura 14. Fósforo disponible en los puntos de muestreo

Asimismo, en la Figura 15, Tabla 22 y Mapa P-05, detalla la distribución espacial de la concentración de fósforo disponible en el suelo en el sector Inkari, donde la cantidad de fósforo asimilable que más predomina en estos suelos es el nivel medio (7 - 14 ppm), abarcando una superficie de 359,26 ha, que representa el 85,97 % y con menor relevancia fue el nivel alto (> 14 ppm) englobando una superficie de 58,64 ha, que representa el 14,03 % del área total.

Tabla 22. Niveles de fósforo disponible en el suelo del sector Inkari

Categorización	Rango (ppm)	Superficie	
		ha	%
Medio	7 - 14	359,26	85,97
Alto	> 14	58,64	14,03
Total		417,90	100,00

La mayoría de los suelos del sector Inkari reportan niveles medios de fósforo disponible, este elemento es muy influenciado por el contenido de materia orgánica, y además

es el segundo elemento primordial, después del nitrógeno, para el desarrollo de las plantas (EuropeAid Co-Operation Office y Universidad en el Campo, 2011). La concentración de fósforo soluble en el suelo varía constantemente, ya que cualquier cambio edafoclimático afecta directamente en su concentración (Gueçaimburu et al., 2019).

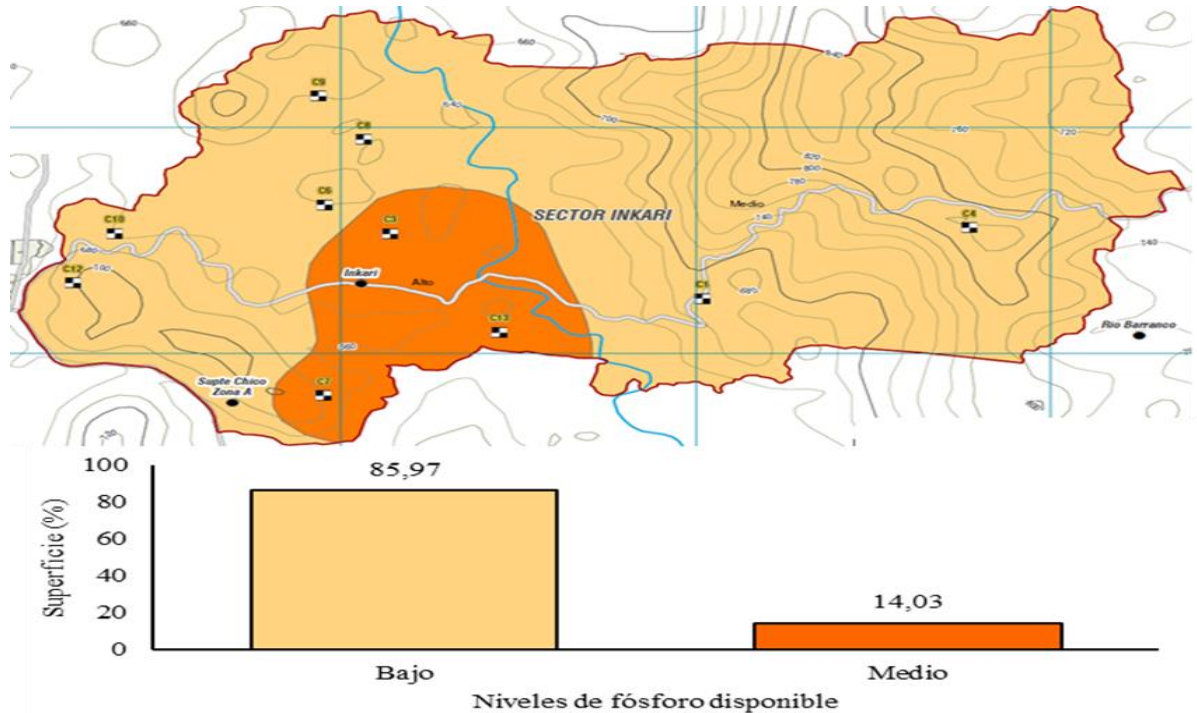


Figura 15. Distribución espacial de fósforo disponible en el suelo del sector Inkari

4.1.6. Potasio disponible

El potasio disponible en todos los puntos de muestreo de los suelos del sector Inkari, muestra una variabilidad de 28,56 ppm (bajo) a 153,35 ppm (medio) (Figura 16). De la misma manera, en la Figura 17, Tabla 23 y Mapa K- 06, especifica la distribución espacial de potasio disponible, donde el nivel medio (100-240 ppm) es el que más predominó en estos suelos abarcando una superficie de 277,43 ha, que representa el 66,39 % y con menor relevancia fue el nivel bajo (< 100 ppm) englobando un área de 140,48 ha, que representa el 33,61 % del área total.

Tabla 23. Niveles de potasio disponible en el suelo del sector Inkari.

Categorización	Rango (ppm)	Superficie	
		ha	%
Bajo	< 100	140,48	33,61
Medio	100 - 240	277,43	66,39
Total		417,90	100,00

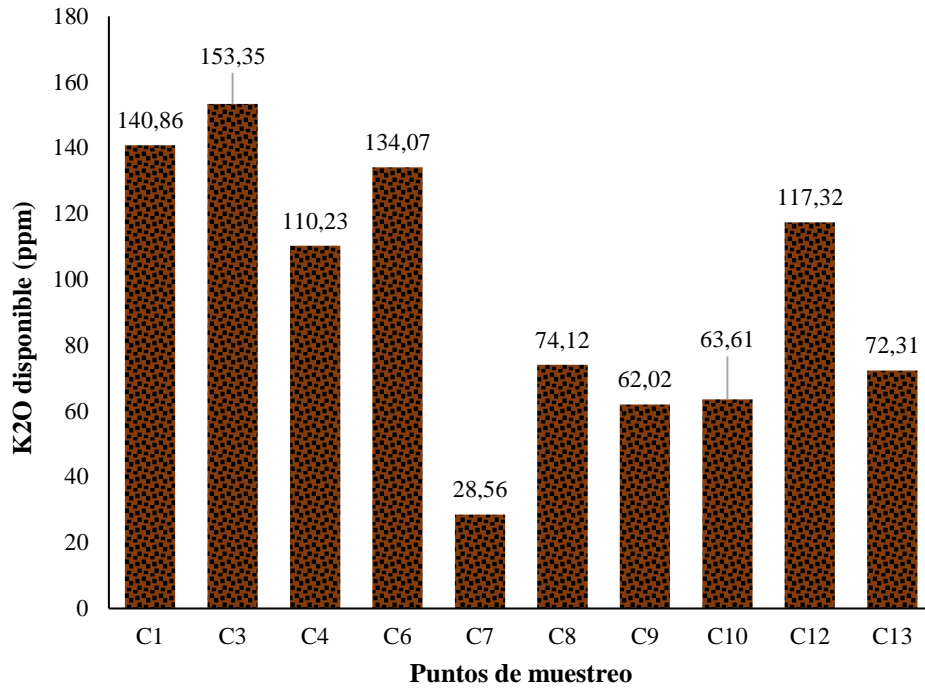


Figura 16. Variabilidad de contenido de potasio disponible del suelo en el sector Inkari

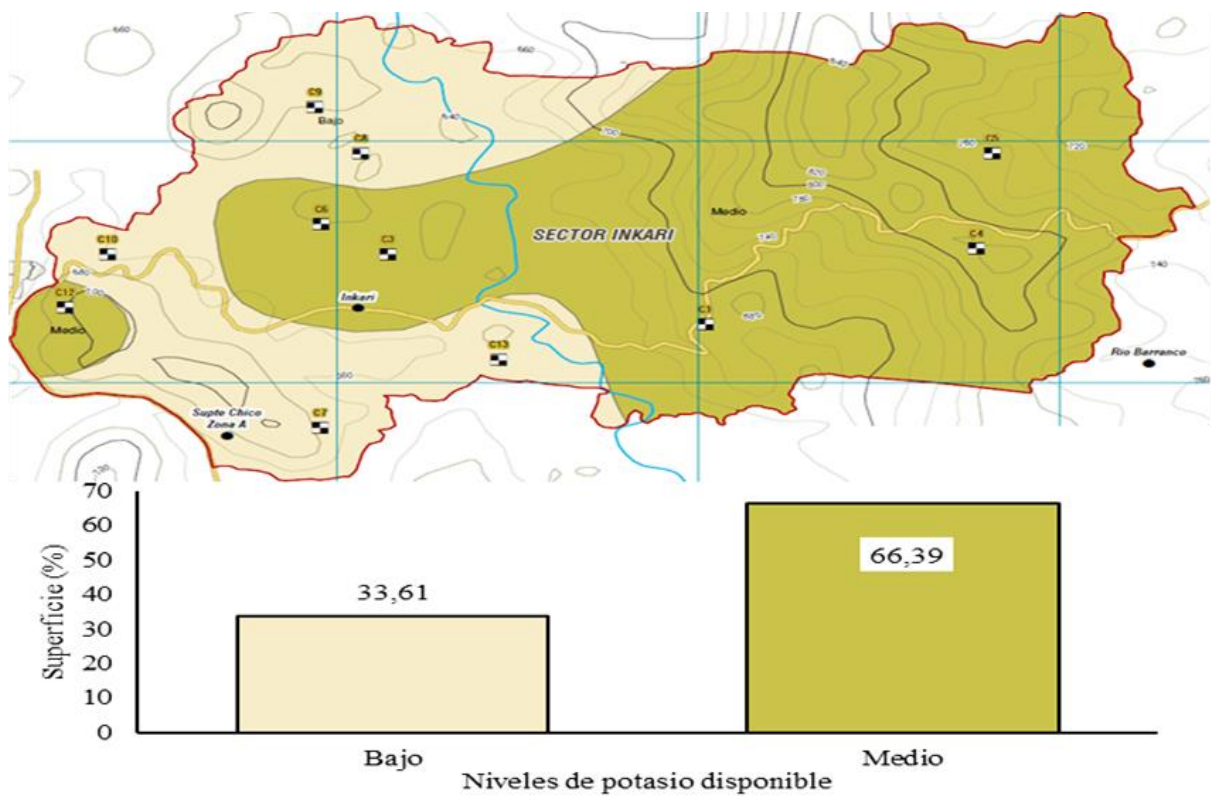


Figura 17. Distribución espacial de potasio disponible en el suelo del sector Inkari

La mayoría de los suelos del sector Inkari reportan niveles medios de potasio disponible, elemento que se absorbe en cantidades mayores por las plantas a diferencia de otros nutrientes excepto del nitrógeno; donde la cantidad es muy variable, ya que influye el tipo de

cultivo, rendimiento productivo, textura, CIC, profundidad del suelo, temperatura, humedad, pH, manejo del suelo, porosidad, entre otros (Casanova, 2018). Asimismo, la buena cantidad de potasio en el suelo ayuda al buen desarrollo vegetal, balance de agua en las plantas, contribuye a la fotosíntesis, ayuda en la formación de azúcares, almidones, aceite y mejora la calidad en frutos, mejora la producción (EuropeAid Co-Operation Office y Universidad en el Campo, 2011).

4.1.7. Saturación de aluminio

En la Figura 18, se muestra la variabilidad de saturación de aluminio en los puntos de muestreo del área de investigación, en el cual se reportan porcentajes que oscilan desde 0 % a 62,09 %, es decir estos suelos reportan niveles de saturación de aluminio de bajos hasta muy altos.

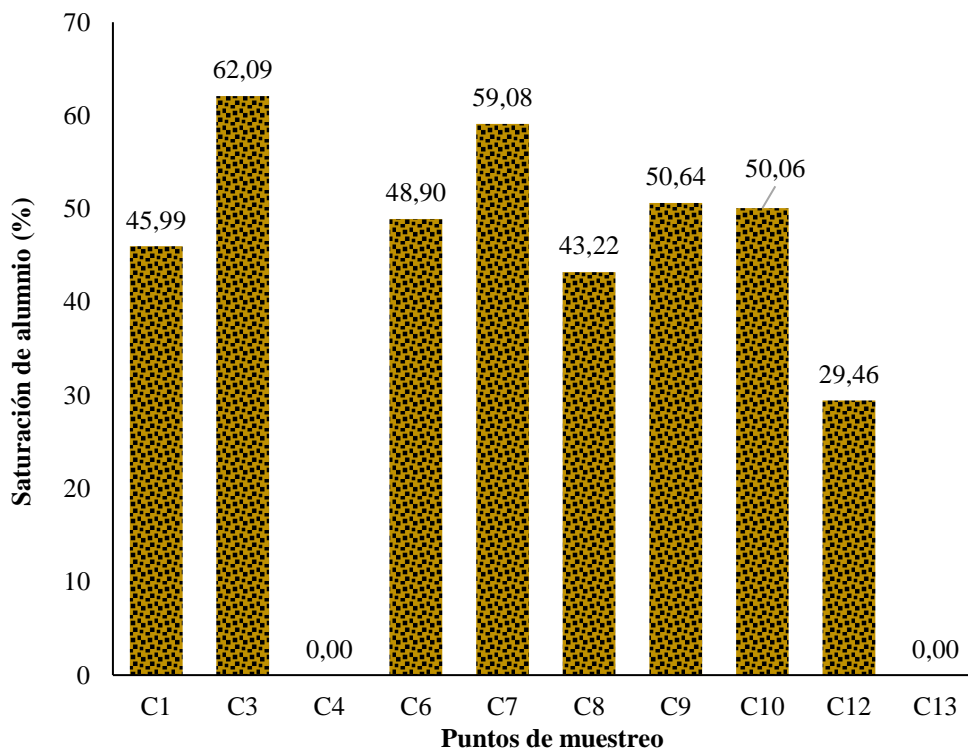


Figura 18. Variabilidad de saturación de aluminio en el suelo en el sector Inkari.

Asimismo, en la Figura 19, Tabla 24 y Mapa SAL-07, especifica la distribución espacial de saturación de aluminio en el suelo del sector Inkari, en el cual se reportó que el nivel alto (30 – 60 %) de saturación de aluminio fue quien más predominó, abarcando una superficie de 269,73 ha, que representa el 64,54 %, donde estas áreas tienen restricciones para cultivos tolerantes; seguidamente del nivel medio (15 - 30 %) englobando un área de 90,66 ha, que simboliza el 21,69 %, es decir que en estas áreas existe restricciones moderadas para cultivos tolerables; el nivel bajo (< 15 %) comprende una superficie de 56,52 ha, que representa

el 13,52 %, indica que estas áreas no poseen restricciones para la mayoría de cultivos, y finalmente con menos relevancia es el nivel muy alto (> 60 %), abarcando un área de 0,99 ha, que representa el 0,24 %, que indica estos suelos son muy tóxicos para la gran mayoría de cultivos.

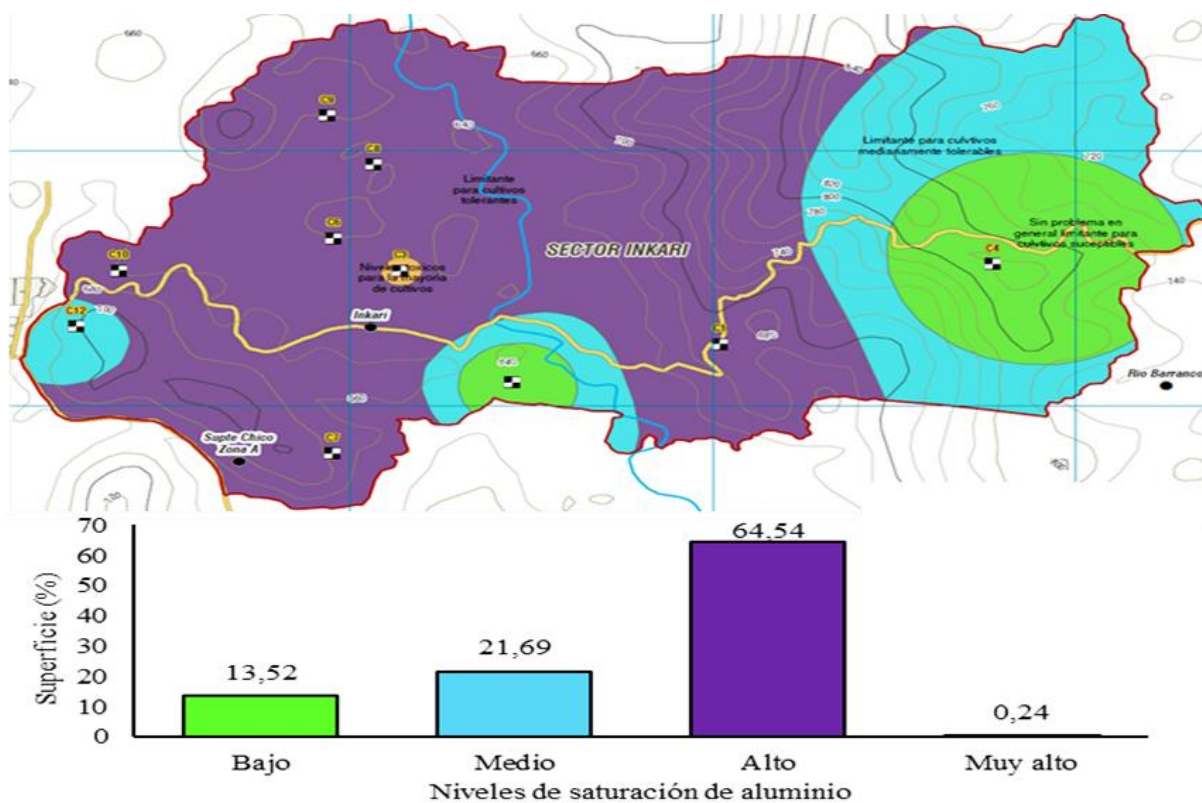


Figura 19. Distribución espacial de saturación de aluminio en el suelo del sector Inkari.

La mayoría de los suelos del sector Inkari reportan niveles altos de saturación de aluminio, lo cual restringe el crecimiento y la producción de cultivos, además reduce la disponibilidad de macronutrientes; y es influenciado directamente por el pH del suelo, donde el aluminio soluble (Al^{3+}) se encuentra en suelos ácidos de $pH < 4,7$, $Al(OH)^{2+}$ en pH de 4,7 a 6,5 y aluminio insoluble ($Al(OH)_3$) en suelos con pH de 6,5 a 8,0 (Rivera et al., 2016).

Tabla 24. Niveles de saturación de aluminio en el suelo del sector Inkari

Categorización	Rango (%)	Superficie	
		ha	%
Bajo	< 15	56,52	13,52
Medio	15 - 30	90,66	21,69
Alto	30 - 60	269,73	64,54
Muy alto	> 60	0,99	0,24
Total		417,90	100,00

4.1.8. Capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICe)

En la Figura 20, se muestra la distribución de CICe en los puntos de muestreo del área de investigación en el sector Inkari, en cual varía de 0 a 11,64 meq/100 g de suelo.

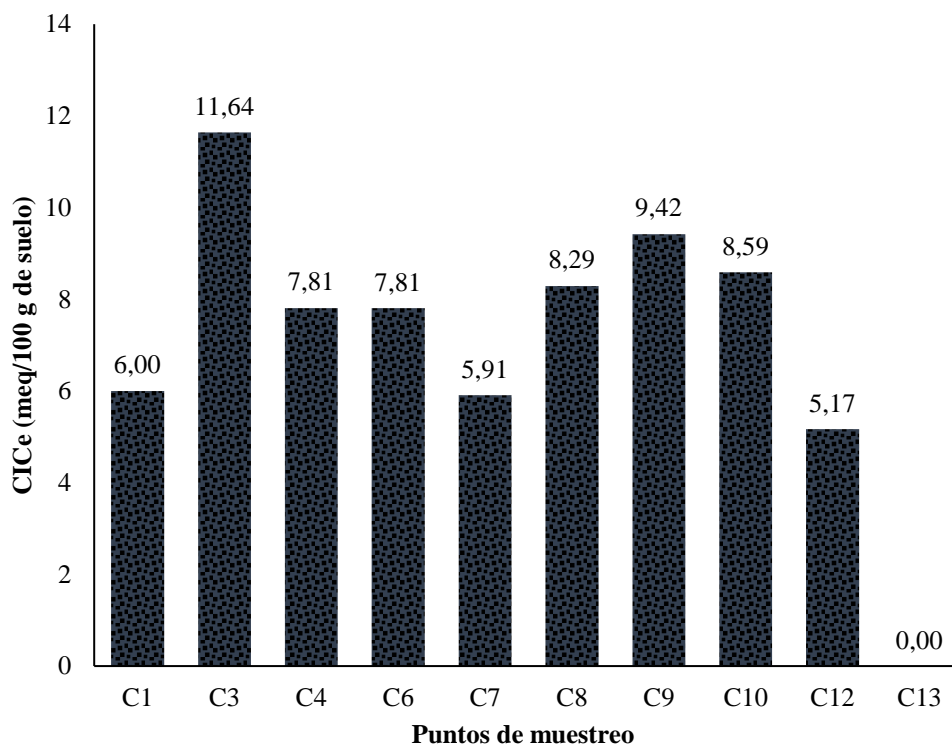


Figura 20. CICe en el suelo del sector Inkari.

De la misma forma, en la Figura 21, Tabla 25 y Mapa CICe-08, detalla la distribución espacial de CICe del suelo en el sector Inkari, donde el nivel de CICe que más predomina va desde medio (4 -30 meq/100 g de suelo), abarcando una superficie de 404,51 ha, que representa el 96,80 % y con menor relevancia fue el nivel bajo (< 4 meq/100 g de suelo) englobando una superficie de 13,39 ha, que representa el 3,20 % del área total.

Tabla 25. Superficies que ocupan la CICe en el suelo del sector Inkari

Categorización	Rango	Superficie	
		ha	%
Bajo	< 4	13,39	3,20
Medio	4 - 30	404,51	96,80
Total		417,90	100,00

La mayoría de los suelos del sector Inkari reportan niveles medios de CICe, que es la capacidad máxima de retener e intercambiar la cantidad de cationes totales englobando los nutrientes y pH en el suelo. Además, es un indicador de fertilidad, capacidad de secuestro

de nutrientes y protección del agua subterránea (Comisión Europea, 2021). En este caso, en el suelo del sector Inkari se determinó CICE porque reportan $\text{pH} < 5,5$, como lo menciona Sadeghian (2018) cuando el pH del suelo es $< 5,5$, se determina la Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva (CICE) y si es mayor a 5,5 se determina la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC).

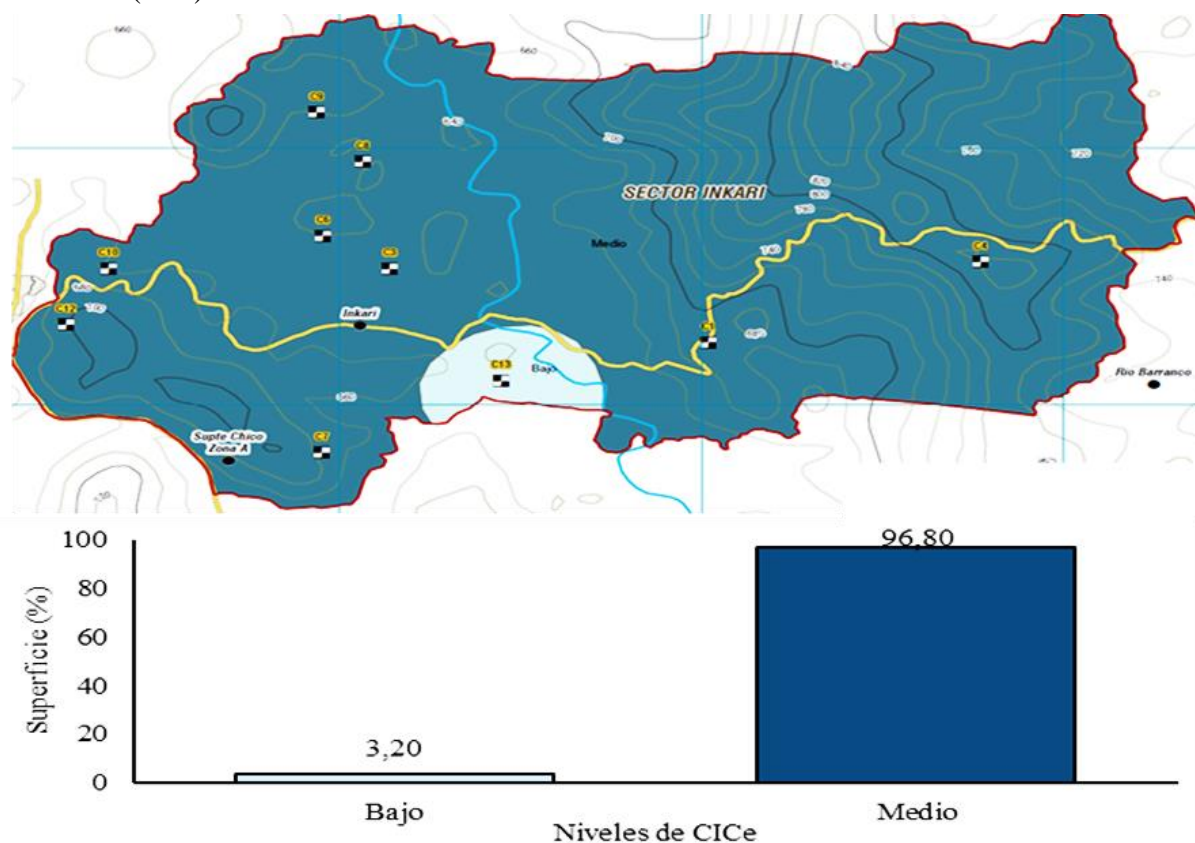
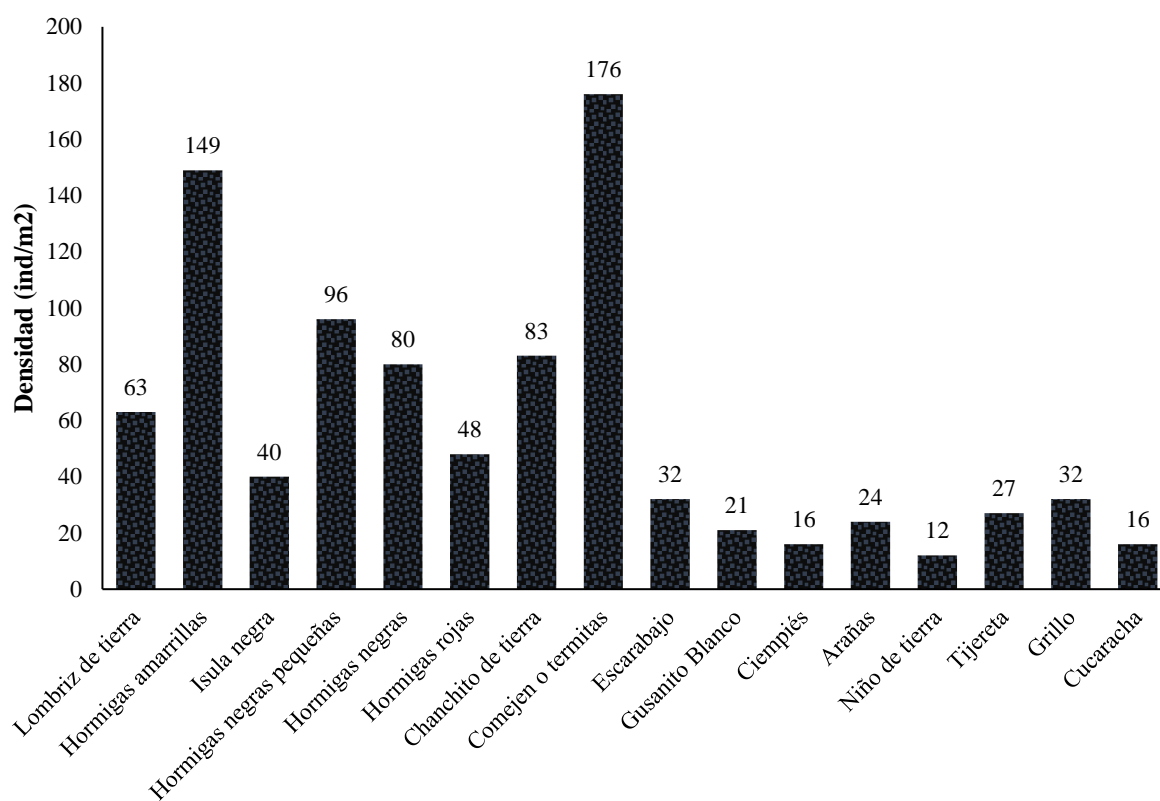


Figura 21. Distribución espacial de CICE en el suelo del sector Inkari

4.1.9. Macrofauna del suelo

Los suelos del sector Inkari reportaron 16 especies de macrofauna edáfica, las especies que más predominaron fueron las termitas (Termopsidae) y hormigas amarillas (Formicidae) con una densidad de 176 ind/m² y 149 ind/m²; seguidamente por hormigas negras pequeñas (Formicidae) con 96 ind/m², chanchito de tierra (Crustáceo) con 83 ind/m², hormigas negras (Formicidae) con 80 ind/m² y lombriz de tierra (Lumbricidae) con 63 ind/m², respectivamente; y con menor densidad fueron los ciempiés (Chilópoda), niño de tierra (Stenopelmatidae), cucarachas (Blaberidae) con 16 ind/m², 16 ind/m² y 12 ind/m² (Figura 22 y Tabla 27). Además, se puede observar las familias de macrofauna edáfica en el sector Inkari que más predominan son los Formicidae (Tabla 27).



Macrofauna del suelo

Figura 22. Densidad de las especies de macrofauna edáfica en el sector Inkari.

En cuanto a la diversidad de macrofauna edáfica en el sector de Inkari se reportó un índice de Shannon – Wiener de 2,228 nats/individuo que indica una alta diversidad, con equidad de Pielou (0,803) que indica que todas las especies son homogéneas y con respecto al índice de Simpson reportó mayor dominancia (0,0864) (Tabla 26).

Tabla 26. Diversidad especies de macrofauna del suelo del sector Inkari

Diversidad	Valor	Unidad
Shannon - Wiener (H')	2,228	nats/individuo
Equidad (E)	0,803	Adimensional
Simpson (D)	0,864	Adimensional

De la misma forma, Daza, (2019) determinó en suelos con cultivo de cacao y bolaina del fundo Rosales del distrito de castillo Grande, Leoncio Prado, donde reportó 1 535 especies, las especies con mayor relevancia fueron oligochaeta y diplópoda; con diversidad baja y equitativa, con dominancia muy significativa.

Tabla 27. Densidad de Macrofauna edáfica del sector Inkari

N°	Orden	Familia	Nombre común	Calicatas													Media ind/m ²
				C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	
1	Haplotaxida	Lumbricidae	Lombriz de tierra	32	96	-	96	48	32	96	16	16	80	-	16	160	63
2	Himenópteros	Formicidae	Hormigas amarillas	208	-	80	-	-	160	-	-	-	-	-	-	-	149
3	Himenópteros	Formicidae	Isula negra	-	-	48	-	-	-	32	-	-	-	-	-	-	40
4	Himenópteros	Formicidae	Hormigas negras pequeñas	-	-	-	-	-	-	-	96	-	96	-	-	-	96
5	Himenópteros	Formicidae	Hormigas negras	-	-	128	-	96	-	-	-	80	-	48	48	-	80
6	Himenópteros	Formicidae	Hormigas rojas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	-	48
7	Isópoda	Crustáceo	Chanchito de tierra	48	48	-	128	144	-	-	-	64	-	-	-	64	83
8	Isóptera	Termopsidae	Termitas	-	240	96	-	-	-	-	-	-	-	192	-	-	176
9	Coleóptera	Scarabaeidae	Escarabajo	-	32	-	-	32	-	-	-	-	-	-	-	-	32
10	Coleóptera	Scarabaeidae	Gusanito Blanco	-	16	-	-	32	-	-	-	-	-	-	-	16	21
11	Geophilomorpha	Chilópoda	Ciempies	-	16	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
12	Arabidae	Arachnidae	Arañas	-	-	-	32	-	-	16	-	-	-	-	-	-	24
13	Orthoptera	Stenopelmatidae	Niño de tierra	-	-	-	8	-	-	16	-	-	-	-	-	-	12
14	Dermáptera	Laviduridae	Tijereta	-	-	-	-	48	16	-	-	-	-	-	16	-	27
15	Ortópteros	Gryllidae	Grillo	-	-	-	-	-	-	-	32	-	-	-	-	-	32
16	Blattodea	Blaberidae	Cucaracha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	16
Total (ind/m ²)				288	448	368	264	400	208	160	144	160	176	240	128	256	249

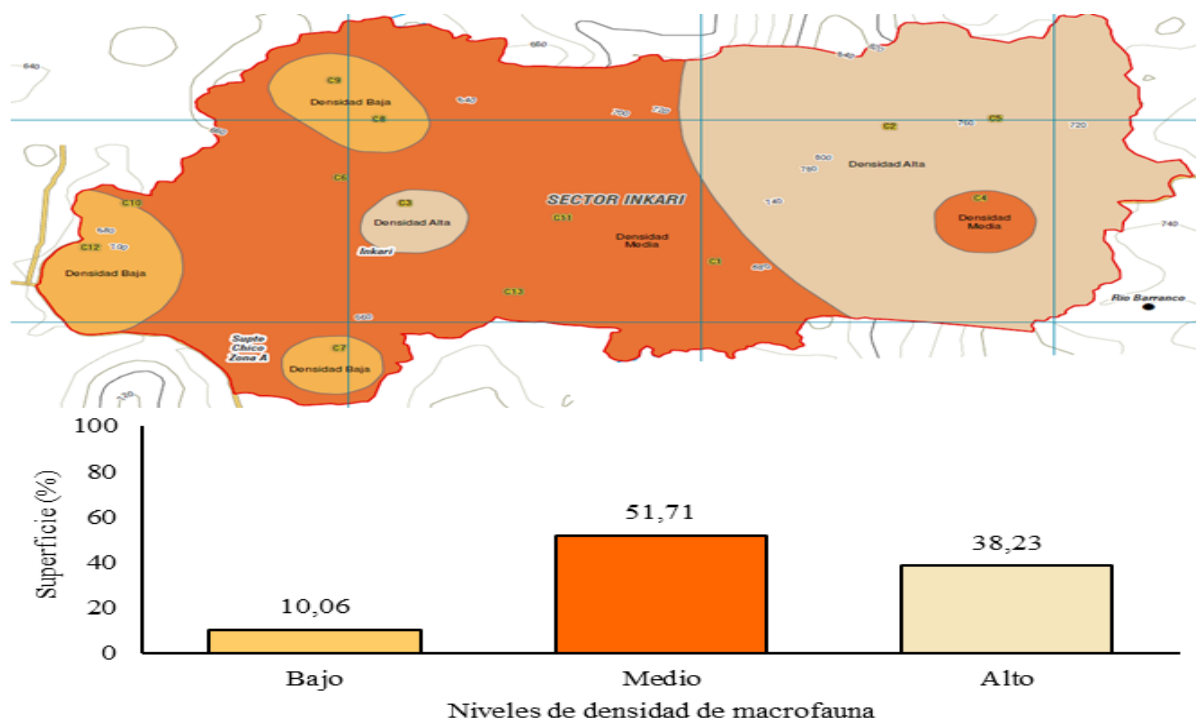


Figura 23. Distribución espacial de densidad de macrofauna edáfica del sector Inkari

Por otro lado, en la Figura 24, Tabla 29 y Mapa Ma - 09, detalla la distribución espacial de la densidad de macrofauna edáfica del sector Inkari, donde se reportó una densidad media que oscila de 176 a 288 ind/m² ocupando un área 216,09 ha (51,71 %), seguidamente por densidades superiores a 288 ind/m², que abarcan 159,78 ha (38,23 %), y finalmente con bajas densidades inferiores a 176 ind/m², comprende 42,03 ha, que representan el 10,06 % del área total.

Tabla 28. Superficies que ocupan la densidad de macrofauna edáfica en el sector Inkari

Categorización	Rango (ind/m ²)	Superficie	
		ha	%
Bajo	< 176	42,03	10,06
Medio	176 - 288	216,09	51,71
Alto	>288	159,78	38,23
Total		417,90	100,00

La mayoría de los suelos del sector Inkari presentaron densidades de macrofauna mayor respecto a la investigación de Valdez (2021), en suelos con cultivo de café de (1, 4, 8 y 10 años) en el distrito de Moyobamba – Moyobamba, donde reportó densidades más altas en plantaciones de café de 10 años con 141 ind/m², y baja densidad en suelos de café de 8 años con 55 ind/m².

Por otro lado, la variabilidad de macrofauna edáfica en el suelo del sector Inkari podría deberse por el mal uso de insecticidas, tala, quema y pérdida de vegetación, como lo indica Cabrera y López, (2018) y Souza et al. (2016), la variabilidad de macrofauna edáfica se debe por los factores edafoclimáticos (precipitación, temperatura y humedad del suelo) y la explotación agropecuaria. Además, la diversidad y riqueza de macrofauna edáfica en el suelo del sector Inkari indica la calidad del suelo y su fertilidad (Geissert et al., 2013).

Asimismo, los resultados obtenidos en los suelos del sector Inkari – distrito Luyando es similar a los resultados encontrados en suelos del fundo Liviac del caserío Rio Negro – distrito de Luyando, que reportaron textura franca, con pH adecuado para la siembra de cultivos, con concentraciones medias de materia orgánica, nitrógeno y fósforo, bajos en contenido de potasio y CIC (Paredes, 2025).

Finalmente, los mapas de distribución espacial de las propiedades físicas, químicas y biológicas del sector Inkari son un instrumento esencial para pronosticar un buen nivel de acierto en las cualidades de fertilidad del suelo, mejorar las prácticas de manejo agronómico según su variabilidad existente. De la misma forma, indica que uso de los mapas de interpolación de los análisis de suelos son muy valiosos en el diagnóstico y recomendación de fertilización y aplicaciones de enmiendas (Petersen et al., 1995 y Henríquez et al., 2005 citado por Henríquez et al. 2013).

4.2. Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor del sector Inkari

En la Figura 24 y 25, Mapa CUM-19, se detalla la clasificación de las tierras por su capacidad de uso mayor y la delimitación de cada una de ellas del sector Inkari según el Decreto Supremo N° 005-2022-MIDAGRI (Peruano, 2022), los cuales se clasificaron en:

- Aptas para Cultivos Permanentes de calidad agrológica Media con Limitación por topografía, suelo y drenaje - Asociados para Pastos de calidad agrológica Media con Limitación por topografía y clima - Asociados para Producción Forestal de calidad agrológica Media con Limitación por topografía y suelo (C2esw-P2ec-F2es) ocupando una superficie de 8,01 ha, que representa el 1,92 % del área total.
- Tierras Aptas para Cultivos Permanentes de calidad agrológica Baja con Limitación por suelo -Asociados para Pastos de calidad agrológica Baja con Limitación por suelo - Asociados para Producción Forestal de calidad agrológica Media con Limitación por topografía y suelo (C3s-P3s-F3es) abarcando un área de 16,96 ha, que representa el 4,06 %.
- Tierras Aptas para Cultivos Permanentes de calidad agrológica Baja con Limitación por suelo y drenaje -Asociados para Pastos de calidad agrológica Baja con Limitación por suelo

- Asociados para Producción Forestal de calidad agrológica Media con Limitación por topografía y drenaje (C3sw-P3s-F2ew), englobando una superficie de 6.69 ha, que representa el 1,60 % del área total.
- Tierras Aptas para Pastos de calidad agrológica Baja con Limitación por suelo - Asociados para Producción Forestal de calidad agrológica Media con Limitación por topografía y suelo (P3s-F2es) abarcando una superficie de 14,39 ha, que representa el 3,44 % del área total.
- Tierras Aptas para Cultivos Permanentes de calidad agrológica Baja con Limitación por suelo y drenaje -Asociados para Pastos de calidad agrológica Baja con Limitación por suelo -Asociados para Producción Forestal de calidad agrológica Media con Limitación por topografía, suelo y drenaje (P3sw-P2s-F2esw), englobando una superficie de 4,05 ha, que representa el 0,97 % del área total.
- Tierras Aptas para Producción Forestal de calidad agrológica Media con Limitación por topografía y suelo (F2es) ocupando una superficie 54,68 ha, que representa el 13,08 % del área total.
- Tierras Aptas para Producción Forestal de calidad agrológica Media con Limitación por topografía y drenaje (F2ew) abarcando una superficie de 3,43 ha, que representa el 0,82 % del área total.
- Tierras Aptas para Producción Forestal de calidad agrológica Baja con Limitación por topografía (F3e) ocupando un área de 168,31 ha, que representa el 40,28 % del área total.
- Tierras de Protección (X) comprende 141,38 ha, que simboliza el 33,83 % del área total.

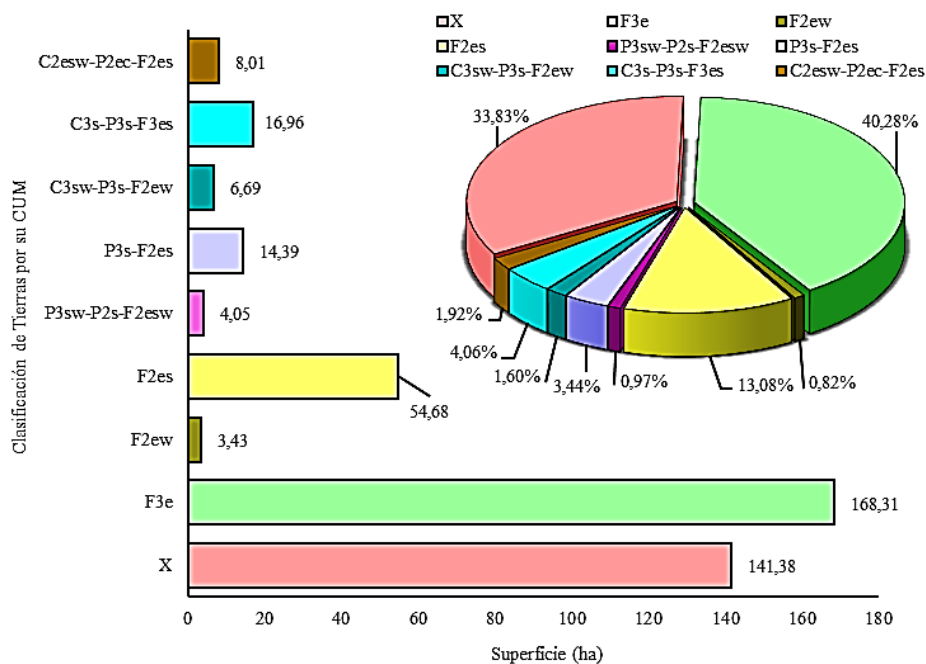


Figura 24. Superficies de Clasificación de Tierras por su CUM del sector Inkari.

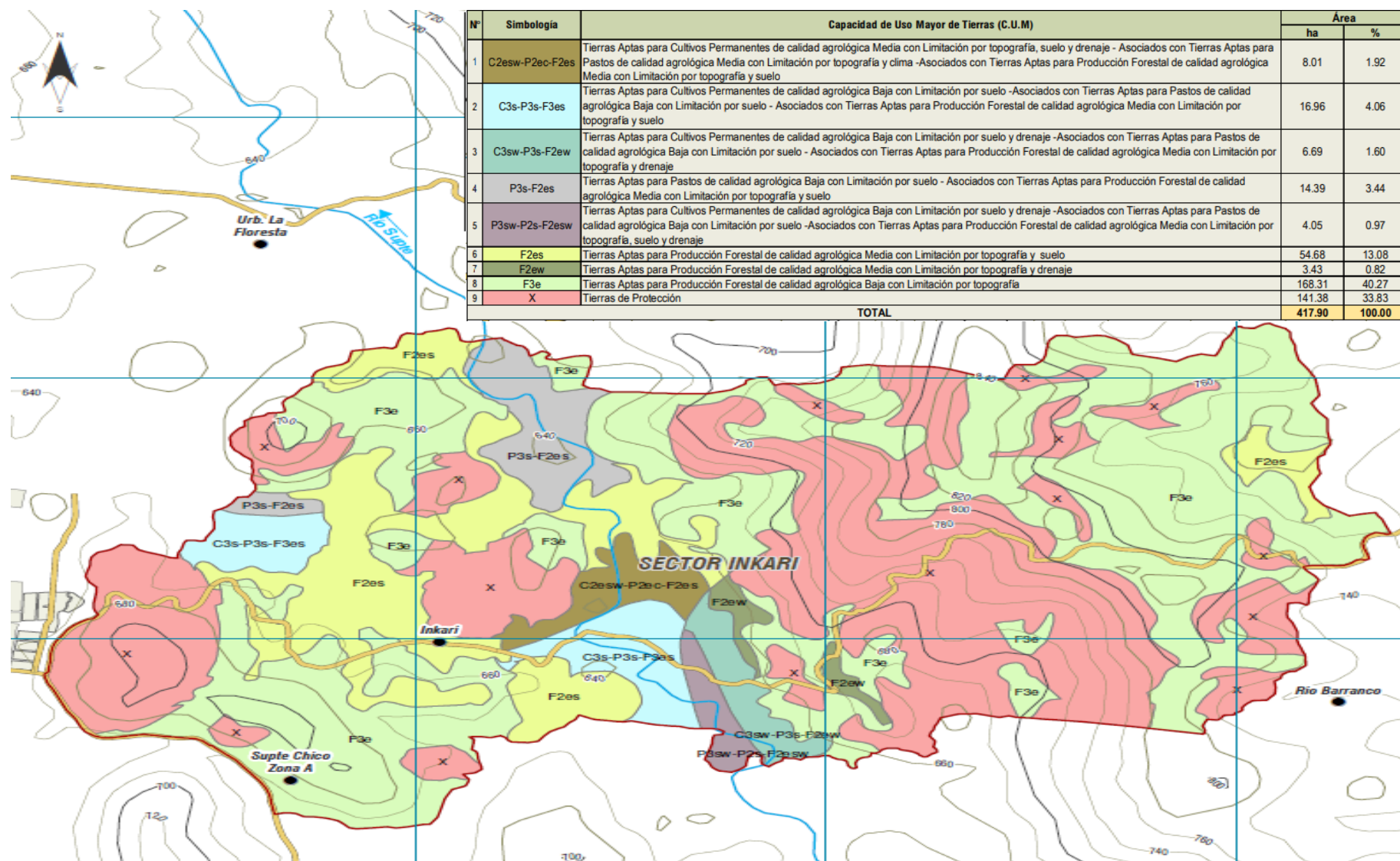


Figura 25. Distribución espacial de áreas de CTCUM del sector Inkari.

El estudio y mapa de CUM de los suelos del sector Inkari brinda información útil e interpretativo, fundamentado con el potencial natural que dispone estos suelos, para sostener un uso específico (cultivos anuales o permanentes, pastos, forestales y/o protección) con el propósito de contemplar, demarcar las distintas unidades edáficas y determinar su uso potencial en relación con el clima, material parental, relieve, topografía, hidrología, pedregosidad, textura, profundidad y grado de inundación (Larota et al., 2020); además interpreta las conductas de las tierras y el fruto que se pueden desear bajo sus cualidades topográficas, edafoclimáticas y bosques (El Peruano, 2022). Asimismo, es una herramienta fundamental para analizar los suelos, usos y restricciones, que nos sirve para conocer las cualidades del suelo con más detalle y tomar decisiones adecuadas para un buen rendimiento en la producción agrícola (Atanacio y Barreto, 2023).

4.3. Propuesta de manejo de los suelos del sector Inkari.

Los suelos de la zona de estudio según la distribución espacial de las características químicas, resultó tener un suelo ácido con alta saturación de aluminio, para ello se recomienda utilizar enmiendas como: sulfato de calcio, cal agrícola, dolomita, hidróxido de calcio entre otros, para mejorar el pH de suelo. Además, estos suelos contienen nutrientes de niveles bajos a medios de MO, N, P y K , para mejorar o mantener la fertilidad se debe usar abonos orgánicos, siembra de leguminosas (Kudzu) fuentes ricas en nitrógeno, disminuir el uso de herbicidas, tala y quema.

Respecto al mapa de CUM, la mayoría de estos suelos son aptos para Producción Forestal de calidad agrológica Baja con Limitación por topografía (F3e) y Tierras de Protección (X), para ello en áreas que ya existen cultivos en la actualidad se recomienda implementar el sistema agroforestal además la siembra de plantaciones de árboles maderables y frutales con la finalidad de conservar el recurso suelo y agua.

V. CONCLUSIONES

1. Los suelos del sector Inkari presentan clases texturales desde franco arenoso, franco, franco arcilloso, franco arcillo arenoso y arcilloso, siendo franco arcillo arenoso quien más área abarcó con 263,85 ha (63,1 %); con pH en su mayoría fuertemente ácido con una superficie de 217,66 ha (52,08 %), se encontró niveles medios de MO, N, K y CICE, Bajo en P y con niveles altos de Aluminio con 269,73 ha (64,54 %) del área total. Las poblaciones bióticas reportaron 16 especies de macrofauna edáfica, encontrando mayor presencia de termitas y hormigas amarillas con densidades de 176 ind/m² y 149 ind/m²; con índices de diversidad de Shannon – Wiener de 2,228 nats/individuo (alta diversidad y equilibrada), equidad de Pielou (0,803) (todas las especies son homogéneas) y el índice de Simpson (0,0864) (mayor dominancia), con densidad media de macrofauna edáfica predominando rangos de 176 a 288 ind/m², ocupando un área de 216,09 ha (51,71 %).
2. Los suelos del sector Inkari presentaron una CUM de mayor relevancia en Tierras Aptas para Producción Forestal de calidad agrológica Baja con Limitación por topografía (F3e) ocupando un área de 168,31 ha (40,28 %), seguido de Tierras de Protección (X) que comprende 141,38 ha (33,83 %) y en menor área a F2ew con superficies de 3,43 ha (0,82 %).

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Los análisis de suelos con fines agrícolas se deben realizar constantemente para verificar el estado del suelo, así mejorar la productividad y rendimientos de los cultivos en el sector y mitigar la degradación del suelo.
2. El muestreo de macrofauna edáfica se debe ejecutar en diferentes estaciones del año para visualizar los cambios generados por el cambio climático u otros factores.
3. Se propone utilizar los resultados obtenidos de CTCUM del sector, ya que ayudará reforzar en la toma de decisiones a las instituciones correspondientes (DEVIDA, MINAGRI, SERFOR, etc.).
4. Las instituciones ligadas al tema de la investigación, se recomienda a ejecutar capacitaciones teóricas y prácticas a los agricultores de manera eficiente en temas de conservación de suelos, prácticas de manejo, uso de nuevas metodologías, otras actividades vinculadas a la actividad agrícola y protección de zonas intangibles.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, G. (2021). *Conflicto de uso de la tierra en la cuenca Cocheros distrito de Rupa Rupa-Tingo María* [Tesis para optar el título de Ingeniero en Conservación de Suelos y Agua, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional de UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/2028>
- Atanacio, W. y Barreto, J. (2023). Clasificación por Capacidad de uso Mayor de las Tierras de la Comunidad Campesina de San Damián de Cascapara, Yungay, Ancash. *Aporte Santiaguino* 16 (2):115-126. <https://doi.org/10.32911/as.2023.v16.n2.1031>
- Arnoldus, H. (1977). Assessing soil degradation. Methodology used to determine the maximum potential average annual soil loss due to sheet and rill erosion in Morocco. *FAO soils Bulletin* N°34. <http://www.fao.org/publications/card/en/c/a9a7fb00-ea3e-5cad-aff2-4fef92cc96ac/>
- Bautista, C., Etchevers, B., Del Castillo, R. y Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Ecosistemas* 13 (2): 90-97. https://www.researchgate.net/publication/39486973_La_calidad_del_suelo_y_sus_indicadores
- Cabrera, G., Robaina, N. Y Ponce, D. (2011 a). Composición funcional de la macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayabeque, Cuba. *Pastos y Forrajes*. 34 (3): 331-346. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-03942011000300008
- Cabrera, G., Socarrás, A. Gutiérrez, E., Tcherva, T., Martínez, C. Y Lozada, A. (2017). Fauna del suelo. En Mancina, C. y Cruz, D, (Eds.). *En diversidad biológica de cuba: Métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas* (pp. 254 – 283). AMA. https://www.researchgate.net/publication/323253773_Fauna_del_Suelo
- Cabrera, G. Y López, G. (2018). Caracterización ecológica de la macrofauna edáfica en dos sitios de bosque siempreverde en El Salón, Sierra del Rosario, Cuba. *BOSQUE. (Valdivia)* 39(3): 363 – 373. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002018000300363>
- Casanova, O. (2018). *Potasio: consideraciones sobre su situación en el Uruguay*. <https://inia.uy/potasioconsideraciones-sobre-su-situacion-en-el-uruguay>
- Colinagro. (2012). *El análisis químico del suelo y su interpretación*. Departamento técnico Colinagro. <https://www.slideserve.com/emily/sin-t>

- Comisión Europea. (2011). Propiedades biológicas y químicas del suelo. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/f6ac052c-100f-4498-b615-bde79b9d20c1/content>
- Correira, M. Y Oliveira, L. (2000). *Fauna de solo: Aspectos gerais e metodológicos*. (Documentos N° 112.). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Agrobiologia. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BR20001597278>
- Da Silva, C., Cardozo, O., Odriozola, J. y Bondar, C. (2013). Uso del suelo: Distribución, análisis y clasificación con Sistema de Información Geografica (SIG). *Geografía y Sistemas de Información Geográfica. (GESIG-UNLU, Luján)*. 5: 142-152. <https://core.ac.uk/download/pdf/80361211.pdf>
- Daza, F. (2019). *Componente microbiológico (macroinvertebrados) en el sistema de uso del suelo (Theobroma cacao L.) cacao y (Guazuma crinita L.) bolaina en el fundo Rosales – Castillo Grande* [Tesis para optar el título de Ingeniero en Conservación de Suelos y Agua, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional de UNAS. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/1786>
- Delgado, M. (2010). Modelización de la pérdida de suelo en sierras del Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo (Rev. FCA UNCuyo)*, 42 (2), 1-14. <https://bdigital.uncu.edu.ar/6464>
- Durand, V. (2022). *Caracterización de suelos de la microcuenca Chinamayo – Mariano Dámaso Beraún – Leoncio Prado, Huánuco* [Tesis para optar el título de Ingeniero en Conservación de Suelos y Agua, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional de UNAS. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/2296>
- Edeso, J., Marauri, P., Merino, A. y Gonzales, M. (1997). Determinación de la tasa de erosión hídrica en función del manejo forestal: La cuenca del Río Santa Lucia (Gipuzkoa). *Lurralde*. 20, 67-104. <https://www.ingeba.org/lurralde/lurranet/lur20/20edeso/edeso20.PDF>
- El Peruano. (2022). *Decreto Supremo N° 005-2022-MIDAGRI, que aprueba el reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor*. Normas legales. <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/2060758->
- EuropeAid Co-Operation Office y Universidad en el Campo. (2011). *Edafología 1*, Primera Edición, 170 p. <https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4776/edafologia.pdf>
- Fertilab. (2015). *La Dinámica del Potasio (K) en el Suelo*. [https://www.fertilab.com.mx/blog/1-la-dinamica-del-potasio-\(k\)-en-el-suelo/](https://www.fertilab.com.mx/blog/1-la-dinamica-del-potasio-(k)-en-el-suelo/)

- Fertilab. (2017a). *Nitrógeno disponible en el suelo*. <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/Nitrogeno-Disponible-En-El-Suelo.pdf>
- Fertilab. (2017b). *La Fijación de Fósforo en el Suelo*. <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/178-La-Fijacion-de-Fósforo-en-el-Suelo.pdf>
- Fertilab. (2017c). *Materia orgánica*. <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/Materia-Organica.pdf>
- Florida, N. y Acuña, G. (2020). Soil quality with traditional management in the Chambira native community. *Plant Soil Environ*. <https://doi.org/10.17221/144/2020-PSE>
- Fragoso, C., Reyes, P. Y Rojas, P. (2001). La importancia de la biota edáfica en México. *Acta zoológica mexicana (n. s.)*. (1): 1 – 10. <https://doi.org/10.21829/azm.2001.8401842>
- Gardi, C., Angelini, M., Barceló, S., Comerma, J., Cruz, C., Rojas, A., Jones, A., Krasilnikov, P., Mendonça, S., Brefin, M., Montanarella, L., Muñiz, O., Schad, P., Rodríguez, M. y Vargas, R., (2014). *Atlas de suelos de América Latina y el Caribe, Luxembourg, Comisión Europea*. Oficina de Publicaciones de la Unión Europea.
- Geissert, D., Barois, I., Mólgora, A., Mokondoko, P., Mass, K. Y Manson, R. (2013). *Manual para el manejo sustentable del suelo en cafetales de sombra*. FORDECYT Y Café In Red. https://www.researchgate.net/publication/328342454_Manual_para_el_manejo_sustentable_del_suelo_en_cafetales_de_sombra
- GEO GPS PERÚ. (2022). *Mapa de Zonas de Vida - INRENA - ONERN - MINAM – ONLINE*. <https://www.geogpsperu.com/2015/10/mapa-de-zonas-de-vida-onern-online.html>
- Gueçaimburu, J., Vásquez, J., Tancredi, F., Reposo, G., Rojo, V., Martínez, M. y Introcaso, R. (2019). Evolución del fósforo disponible a distintos niveles de compactación por tráfico agrícola en un argiudol típico *Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia* 35(1): 81-89. <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902019005000203>
- Henríquez, C., Méndez, J. y Masís, R. (2013). Interpolación de variables de fertilidad de suelo mediante el análisis Kriging y su validación. *Agronomía Costarricense* 37(2): 71-82. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43630132006>
- Holdridge, L. (1987). *Ecología basada en zonas de vida*. Editorial IICA. Instituto interamericano de ciencias agrícolas.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). (2015). *Manejo integrado de suelos para una agricultura resiliente al cambio climático*. IICA. <http://repiica.iica.int/docs/B3982E/B3982E.PDF>.

- Intagri. (2025). *Estrategias para reducir la acidificación de suelos*. <https://www.intagri.com/articulos/suelos/estrategias-para-reducir-la-acidificacion-de-suelos#:~:text=Fertilizantes%20org%C3%A1nicos,determinar%20el%20valor%20de%20encalado>.
- Jaramillo, D. (2002). *Introducción a la ciencia del suelo*. Universidad Nacional de Colombia. Repositorio Institucional UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/70085>
- Julca, A., Meneses, L., Blas, R. y Bello, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencias de uso en la agricultura. *IDESIA* 24 (1): 49-61. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292006000100009>
- Knopel, A. (2018). *Enmienda y encalado de suelos*. Agrícola. <https://agrocolun.cl/enmiendas-y-encalado-de-suelos/>
- Larota, G., Escobedo, R. y Torres, G. (2020). *Suelos y capacidad de uso mayor*. Zonificación Ecológica y Económica para el Ordenamiento Territorial de la Subcuenca del Río Shambillo. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP. http://terra.iiap.gob.pe/assets/files/micro/zee_shambillo/05_Suelos_y_CUM.pdf
- MIDAGRI (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego). (2015). *Potencial de los suelos*. <http://www.minagri.gob.pe/portal/especial-iv-cenagro/43-sectoragrario/suelo/331potencial-de-los-suelos>.
- MIDAGRI (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego) y INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). (2024). *Manual para el análisis de suelos agrícolas y agua para riego*. <http://hdl.handle.net/20.500.13036/1745>
- Nique, M. (2010). *Biodiversidad: Clasificación y cuantificación*. Universidad Nacional Agraria de la Selva. https://www.researchgate.net/publication/298950055_BIODIVERSIDAD_Clasificacion_y_Cuantificacion
- Olano, J. (2023). *Uso actual del suelo en el cultivo de Musa paradisiaca L. (plátano), en los distritos de Daniel Alomía Robles y Pueblo nuevo, Huánuco* [Tesis pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/2646>
- PAOT (Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D.F). (2003). *Uso del suelo*. Informe Anual 2003. <https://paot.org.mx/centro/paot/informe2003/temas/suelo.pdf>
- Paredes, B. (2025). *Distribución espacial de los parámetros físicos y químicos del suelo por unidades fisiográficas en el fundo Liviac, caserío Río Negro, distrito de Luyando*. [Tesis

- pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/3245>
- Perminova, T., Sirena, N., Laratte, B., Baranovskaya, N. y Rikhvanov, L. (2016). Methods for land use impact assessment: A review. *Environmental Impact Assessment Review*, 6: 64-74. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2016.02.002>
- Pineda, O. (2011). Análisis de cambio de uso de suelo mediante percepción remota en el municipio de Valle de Santiago (Tesis postgrado, Centro Público de Investigación CONACYT). <https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1012/41>
- Ramírez, R. (1997). Propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos. Primera edición. <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-jose-faustino-sanchez-carrion/fertilidad-de-suelo/propiedades-fisicas-quimicas-y-biologicas-de-los-suelos/13834325>
- Rico, F. y Rico, H. (2014). El uso del suelo, ¿Un problema de capacidad productiva y de políticas públicas? *Ciencia y Tecnología* 5(2): 2013-231. <https://www.redalyc.org/pdf/5177/517751549002.pdf>
- Rivera, Y., Moreno, L., Herrera, M. y Romero, H. (2016). La toxicidad por aluminio (Al³⁺) como limitante del crecimiento y la productividad agrícola: el caso de la palma de aceite. *Palmas*, 37(1), 11-23. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11696>
- Reyes, P. y Torres, J. (2009). Diversidad, distribución, riqueza y abundancia de condrictios de aguas profundas a través del archipiélago patagónico austral, Cabo de Hornos, Islas Diego Ramírez y el sector norte del paso Drake. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 44(1): 243-251. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572009000100025>
- Roose, E. (1976). Use of the universal soil loss equation to predict erosion in West Africa. *Soil Conservation Society of America. Ankeny, Iowa*. 60-73. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_5/b_fdi_08-09/09135.pdf
- Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León, J. y Hill, M. (2004). *Propiedades físicas del suelo*. Universidad de la República. <https://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades+fisicas+del+suelo.pdf>
- Sadeghian, S. (2018). Interpretación de los resultados de análisis de suelo. Centro Nacional de Investigaciones de Café – CENICAFÉ. <https://doi.org/10.38141/10779/0497>
- SENACE (Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles). (2010). *Aprueban Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos, Decreto*

supremo N° 013-2010-AG. <https://www.senace.gob.pe/wp-content/uploads/2016/10/NAT-3-7-03-DS-013-2010-AG.pdf>

- SENAMHI (Servicio de Nacional de Meteorología e hidrología del Perú). (2024). *Datos Hidrometeorológicos a nivel Nacional*. <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>
- Soto, C. (2016). *Distribución espacial de las propiedades físicas y químicas de los suelos por unidades fisiográficas en la microcuenca Las Pavas, distrito Mariano Dámaso Beraún – Las Palmas* [Tesis pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/1606>
- Souza, S., Cassol, P., Baretta, D., Bartz, L., Klauberg, O., Mafra, A. y Rosa, M. (2016). Abundance and Diversity of Soil Macrofauna in Native Forest, Eucalyptus Plantations, Perennial Pasture, Integrated Crop-Livestock, and No-Tillage Cropping. *Revista brasileira de ciencia do solo*. 1-14. <https://doi.org/10.1590/18069657rbc20150248>
- Valdez, K. (2021). *Macrofauna en suelos con Coffea arabica L. “café” distrito de Moyobamba - provincia Moyobamba* [Tesis pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/1606>
- Vasquez, J. (2022). *Distribución espacial de las propiedades fisicoquímicas del suelo, en el sector 3 de Octubre - distrito Hermilio Valdizán, provincia Leoncio Prado* [Tesis pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/2294>
- Villacorta, S. (2014). *Distribución espacial de las propiedades fisicoquímicas del suelo de los palmicultores de Shambillo* [Tesis pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/1073>
- Wischmeier, W. y Smith, D. (1978). *Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning*. United States Departamento of Agriculture, Agriculture Handbook No.537.

ANEXOS

Anexo 1. Datos meteorológicos



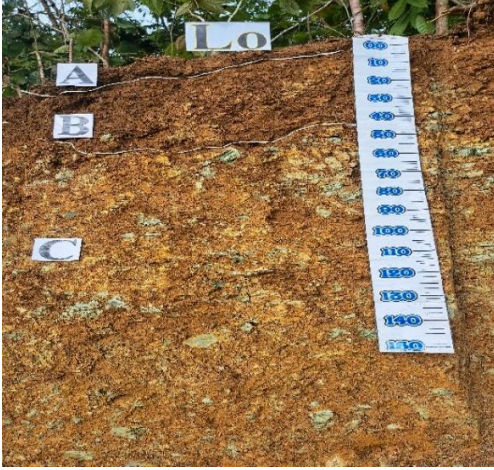
Tabla 29. Datos de precipitación de la estación Tingo María del periodo 2001 – 2023.

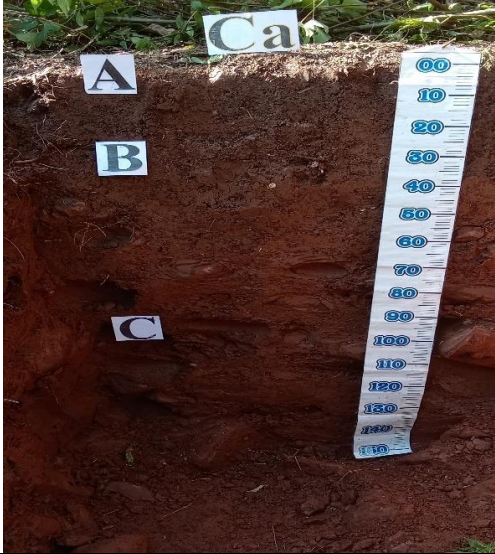


Año	Ene	Feb	Mar	Abril	Mayo	Jun	Jul	Agost	Set	Oct	Nov	Dic	Promedio anual	P.Total Anual
2001	442,1	313,3	593,9	175,9	217,7	128,9	186,4	41,6	180,2	202,2	455,3	301,2	269,9	3238,7
2002	303,6	590,7	405,9	306,9	413,5	149,4	190,1	145,0	137,3	262,4	500,0	483,6	324,0	3888,4
2003	240,3	460,2	343,3	305,4	328,8	228,6	100,2	248,9	216,8	270,5	329,8	592,4	305,4	3665,2
2004	304,4	298,1	420,0	180,6	137,0	86,9	237,0	73,6	196,8	303,3	466,1	339,7	253,6	3043,5
2005	238,8	299,3	545,7	118,4	142,7	190,0	56,2	81,6	204,9	259,7	208,7	553,4	241,6	2899,4
2006	286,6	533,7	432,9	277,7	100,8	123,5	71,1	118,3	205,2	389,6	488,9	600,7	302,4	3629,0
2007	539,7	263,9	437,6	305,3	191,9	13,1	168,6	95,5	119,8	274,6	278,4	484,0	264,4	3172,4
2008	428,5	537,4	352,9	200,2	116,0	106,0	228,2	54,2	166,3	339,7	138,7	373,1	253,4	3041,2
2009	490,0	405,6	307,1	301,9	340,6	169,5	184,0	150,0	177,6	111,8	406,9	522,8	297,3	3567,8
2010	308,2	589,8	399,9	265,8	193,4	107,5	118,7	54,1	95,4	193,3	476,8	279,1	256,8	3082,0
2011	475,7	535,3	555,8	376,3	198,8	127,3	110,2	66,6	278,8	169,1	377,9	311,2	298,6	3583,0
2012	375,0	446,8	463,2	357,1	79,8	150,2	49,4	35,6	91,1	378,3	276,3	442,1	262,1	3144,9
2013	441,1	469,0	405,7	423,6	205,1	173,2	103,4	248,7	191,0	496,3	286,5	423,7	322,3	3867,3
2014	353,0	284,4	417,1	229,6	206,2	180,6	48,3	46,9	256,5	500,7	413,7	478,6	284,6	3415,6
2015	465,5	534,2	302,6	280,6	296,2	127,1	173,1	50,8	43,5	147,9	235,3	404,9	255,1	3061,7
2016	475,5	406,7	373,3	151,1	215,2	172,7	105,0	77,7	115,8	165,1	340,3	421,6	251,7	3020,0
2017	391,0	475,8	432,7	204,2	326,1	158,6	26,9	142,4	221,0	341,3	688,2	349,9	313,2	3758,1
2018	404,4	305,9	246,5	224,8	181,2	182,6	62,4	214,6	80,4	485,5	94,1	454,4	244,7	2936,8
2019	547,6	159,1	500,9	212,0	214,2	128,2	230,6	64,5	122,8	312,6	365,8	690,3	295,7	3548,6
2020	527,8	373,9	351,6	294,8	219,7	367,5	262,2	29,2	132,2	129,6	290,9	700,0	306,6	3679,4
2021	137,3	151,0	167,4	131,1	109,9	88,6	80,9	65,1	111,6	298,5	472,8	480,8	191,3	2295,1
2022	169,6	520,6	400,7	282,3	289,2	105,0	134,5	164,1	162,7	236,5	231,4	244,0	245,1	2940,6
2023	391,5	344,5	314,3	181,0	163,2	214,4	64,8	76,9	138,9	199,1	370,9	488,5	245,7	2948,0
Promedio Mensual	379,9	404,3	398,7	251,6	212,5	151,3	130,1	102,0	158,5	281,2	356,2	453,0	273,3	3279,4


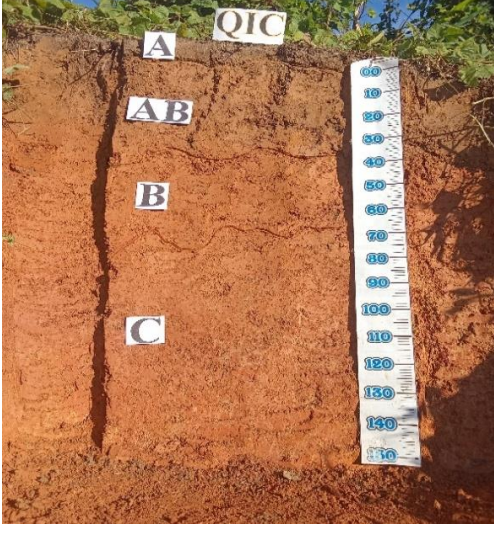

Fuente: SENAMHI, 2025




Anexo 2. Descripción de los perfiles de suelos


Tabla 30. Descripción de los perfiles de suelos del sector Inkari.

<p style="text-align: center;">Calicata 1 (CB)</p> 	Pedregosidad	A : N ninguno BA: Ninguno B : Muy pocos C : Pocos
	Inundación	Ninguna
	Drenaje	Grado 1: Imperfectamente drenados
	Cultivos	Coca, cítricos (mandarina)
	Profundidad efectiva	90 - 150 cm
	Fragmento rocoso	A : N ninguno BA: N ninguno B : (S) Piedras C : (S) Piedras
	Profundidad de capas	A : 18 cm BA: 12 cm B : 102 cm C : 18 cm
<p style="text-align: center;">Calicata 2 (Ca)</p> 	Pedregosidad	A : (N) Ninguna B : (M) Muchos C : (A) Abundantes
	Inundación	Ninguna
	Drenaje	Grado 2: Bien drenados
	Cultivos	Cacao, frijol de palo
	Profundidad efectiva	15 - 30 cm
	Fragmento rocoso	A : N ninguno B : (S) Piedras (Arenisca) C : (S) Piedras (Arenisca)
	Profundidad de capas	A : 12 cm B : 92 cm C : 46 cm
<p style="text-align: center;">Calicata 3 (Lo)</p> 	Pedregosidad	A: (N) Ninguno B: (M) Muchos C : (A) Abundantes
	Inundación	Ninguna
	Drenaje	Grado 1: Imperfectamente drenados
	Cultivos	Otros (purma baja) y coca
	Profundidad efectiva	15 – 30 cm
	Fragmento rocoso	A : (N) Ninguno B : (S) Piedras C : (S) Piedras
	Profundidad de capas	A : 8 cm B : 36 cm C : 106

<p style="text-align: center;">Calicata 4 (Ca)</p> 	Pedregosidad	A : (N) Ninguno B : (F) Pocos C : (A) Abundantes
	Inundación	Ninguna
	Drenaje	Grado 2: Bien drenados
	Cultivos	Otros (purma baja)
	Profundidad efectiva	60 – 90 cm
	Fragmento rocoso	A : N ninguno B : (S) Piedras (Arenisca) C : (S) Piedras (Arenisca)
	Profundidad de capas	A : 10 cm B : 25 cm C : 115
<p style="text-align: center;">Calicata 5 (Cb)</p> 	Pedregosidad	A: (N) Ninguno B: (F) Pocos C : (D) Dominantes
	Inundación	Ninguna
	Drenaje	Grado 2: Bien drenados
	Cultivos	Otros (purma baja)
	Profundidad efectiva	60 – 90 cm
	Fragmento rocoso	A : N ninguno B : (S) Piedras (Arenisca) C : (S) Piedras (Arenisca)
	Profundidad de capas	A : 8 cm B : 72 cm C : 70
<p style="text-align: center;">Calicata 6 (Lo)</p> 	Pedregosidad	A : (N) Ninguno B : (N) Ninguno BC: (N) Ninguno C : (F) Pocos
	Inundación	Ninguna
	Drenaje	Grado 2: Bien drenados
	Cultivos	Otros (purma alta)
	Profundidad efectiva	60 – 90 cm
	Fragmento rocoso	A : (N) Ninguno B : (N) Ninguno BC: (N) Ninguno C : (S) Piedras (Arenisca)
	Profundidad de capas	A : 6 cm B : 44 cm BC: 21 cm C : 79 cm

<p style="text-align: center;">Calicata 7 (Cb)</p> 	<p>Pedregosidad</p>	<p>A : (N) Ninguno B : (N) Ninguno BC: (F) Pocos C : (F) Pocos</p>
	<p>Inundación</p>	<p>Ninguna</p>
	<p>Drenaje</p>	<p>Grado 2: Bien drenados</p>
	<p>Cultivos</p>	<p>Otros (Purma baja)</p>
	<p>Profundidad efectiva</p>	<p>90 – 150 cm</p>
	<p>Fragmento rocoso</p>	<p>A : (N) Ninguno B : (N) Ninguno BC: (S) Piedras C : (S) Piedras</p>
<p style="text-align: center;">Calicata 8 (QIQ)</p> 	<p>Pedregosidad</p>	<p>A : (N) Ninguno AB: (N) Ninguno B : (N) Ninguno C : (N) Ninguno</p>
	<p>Inundación</p>	<p>Ninguna</p>
	<p>Drenaje</p>	<p>Grado 2: Bien drenados</p>
	<p>Cultivos</p>	<p>Otros (purma baja)</p>
	<p>Profundidad efectiva</p>	<p>90 – 150 cm</p>
	<p>Fragmento rocoso</p>	<p>A : (N) Ninguno AB: (N) Ninguno B : (N) Ninguno C : (N) Ninguno</p>
<p style="text-align: center;">Calicata 9 (Cb)</p> 	<p>Pedregosidad</p>	<p>A : (N) Ninguno AB: (N) Ninguno B : (N) Ninguno C : (F) Pocos</p>
	<p>Inundación</p>	<p>Ninguna</p>
	<p>Drenaje</p>	<p>Grado 2: Bien drenados</p>
	<p>Cultivos</p>	<p>Otros (purma alta)</p>
	<p>Profundidad efectiva</p>	<p>60 – 90 cm</p>
	<p>Fragmento rocoso</p>	<p>A : (N) Ninguno AB: (N) Ninguno B : (N) Ninguno C : (S) Piedras</p>
	<p>Profundidad de capas</p>	<p>A : 7 cm AB: 18 cm B : 62 C : 63 cm</p>

<p style="text-align: center;">Calicata 10 (Lo)</p> 	<p>Pedregosidad</p> <p>A : (N) Ninguno AB: (N) Ninguno B : (F) Pocos C : (M) Muchos</p>	
	<p>Inundación</p> <p>Ninguna</p>	
	<p>Drenaje</p> <p>Grado 2: Bien drenados</p>	
	<p>Cultivos</p> <p>Otros (purma baja)</p>	
	<p>Profundidad efectiva</p> <p>30 – 60 cm</p>	
	<p>Fragmento rocoso</p> <p>A: (N) Ninguno AB: (N) Ninguno B: (S) Piedras C: (S) Piedras (Arenisca)</p>	
	<p>Profundidad de capas</p> <p>A : 6 cm AB: 25 cm B : 84 cm C : 35 cm</p>	
<p style="text-align: center;">Calicata 11 (QIQ)</p> 	<p>Pedregosidad</p> <p>A : (N) Ninguno AB: (N) Ninguno B : (N) Ninguno C : (M) Muchos</p>	
	<p>Inundación</p> <p>Ninguna</p>	
	<p>Drenaje</p> <p>Grado 2: Bien drenados</p>	
	<p>Cultivos</p> <p>Cítricos (naranja), plátano</p>	
	<p>Profundidad efectiva</p> <p>60 – 90 cm</p>	
	<p>Fragmento rocoso</p> <p>A : (N) Ninguno AB: (N) Ninguno B : (N) Ninguno C : (S) Piedras (Limonitas)</p>	
	<p>Profundidad de capas</p> <p>A : 11 cm AB: 42 cm B : 68 y C : 29 cm</p>	
<p style="text-align: center;">Calicata 12 (Ca)</p> 	<p>Pedregosidad</p> <p>A: (V) Muy pocos BC: (M) Muchos C: (M) Muchos</p>	
	<p>Inundación</p> <p>Ninguna</p>	
	<p>Drenaje</p> <p>Grado 1: Imperfectamente drenados</p>	
	<p>Cultivos</p> <p>Otros (Purma baja)</p>	
	<p>Profundidad efectiva</p> <p>15 – 30 cm</p>	
	<p>Fragmento rocoso</p> <p>A: (S) Piedras (Areniscas) BC: (S) Piedras (Areniscas) C: (S) Piedras (Areniscas)</p>	
	<p>Profundidad de capas</p> <p>A : 6 cm BC: 108 cm C : 36 cm</p>	

<p>Calicata 13 (Tb1)</p> 	Pedregosidad	A : (N) Ninguno AC : (N) Ninguno C1 : (N) Ninguno C2 : (N) Ninguno
	Inundación	Si - Estacional
	Drenaje	Grado 1: Imperfectamente drenados
	Cultivos	Plátano, cocona
	Profundidad efectiva	30 – 60 cm
	Fragmento rocoso	A : (N) Ninguno AC: (N) Ninguno C1 : (N) Ninguno C2 : (N) Ninguno
	Profundidad de capas	A : 12 cm AC : 38 cm C1 : 43 cm C2 : 57 cm

Anexo 3. Información del análisis fisicoquímico y biológico del suelo

Tabla 31. Análisis fisicoquímico del suelo del sector Inkari

Nº de calicata	Hz	Clase Textural	pH	Materia Orgánica (%)	N total (%)	P disponible (ppm)	K2O disponible (ppm)	CIC	Ca (Cmol(+)/kg)	Mg (Cmol(+)/kg)	CICe	Saturación de Aluminio (%)
C1	A	Arcilloso	4,68	0,57	0,03	10,06	140,86	0,00	3,02	0,33	6,00	24,18
	BA	Arcilloso	4,89	1,21	0,06	9,93	138,26	0,00	1,69	0,29	6,33	50,75
	BA	Arcilloso	5,21	0,29	0,01	9,85	128,39	0,00	1,56	0,23	6,61	58,06
	C	Arcilloso	4,58	1,38	0,07	9,73	67,76	0,00	1,21	0,17	4,99	50,96
C3	A	Franco Arcillo Arenoso	3,86	2,47	0,12	20,90	153,35	0,00	1,18	0,35	11,64	62,02
	B	Arcilloso	4,43	1,72	0,09	8,74	151,99	0,00	1,46	0,32	12,51	62,49
	C	Arcillo Arenoso	4,64	1,66	0,08	8,73	121,07	0,00	1,66	0,31	11,76	61,76
C4	A	Franco Arcillo Arenoso	5,34	3,85	0,192	10,435	110,227	0,000	6,445	0,771	7,810	0,000
	B	Arcilloso	5,40	2,47	0,123	10,018	90,468	0,000	6,261	0,699	7,538	0,000
	C	Arcilloso	7,14	0,78	0,089	9,976	95,790	13,731	12,967	0,554	0,000	0,000
C6	A	Franco Arcilloso	4,85	2,870	0,144	9,225	134,071	0,000	2,438	0,477	7,805	38,051
	B	Arcilloso	4,76	1,890	0,095	9,184	56,394	0,000	1,440	0,239	12,450	65,218
	BC	Arcilloso	4,90	1,610	0,080	9,142	51,489	0,000	2,045	0,413	10,554	55,523
	C	Arcilloso	4,97	1,890	0,095	9,100	49,314	0,000	3,832	0,511	9,235	36,817
C7	A	Franco Arenoso	3,91	3,73	0,187	14,188	28,562	0,00	1,167	0,47	5,909	42,814
	B	Arcilloso	4,2	2,12	0,106	9,225	16,269	0,00	1,25	0,343	8,775	60,511
	BC	Arcilloso	4,27	1,84	0,092	8,85	14,462	0,00	0,663	0,284	10,616	67,819
	C	Arcilloso	4,1	2,07	0,103	8,842	45,795	0,00	0,849	0,373	10,909	65,176
C8	A	Franco	3,88	3,04	0,152	9,434	74,115	0,00	1,315	0,36	8,291	41,012
	AB	Arcilloso	4,26	2,18	0,109	9,267	66,451	0,00	1,261	0,352	8,39	36,755
	B	Arcilloso	4,47	1,89	0,095	9,225	61,98	0,00	1,17	0,3	11,229	36,78
	C	Arcilloso	4,65	1,66	0,083	8,892	55,086	0,00	1,119	0,291	10,921	58,329
C9	A	Franco	3,34	3,96	0,198	10,435	62,016	0,00	2,826	0,499	9,422	37,997
	AB	Franco Arcilloso	3,92	2,24	0,112	8,767	61,098	0,00	2,578	0,464	10,117	43,887
	B	Franco Arcilloso	4,43	1,78	0,089	8,725	60,876	0,00	1,222	0,333	9,413	56,304
	C	Franco Arcillo Arenoso	4,48	1,84	0,092	8,721	54,291	0,00	0,904	0,304	10,644	64,354
C10	A	Franco	4,36	3,27	0,164	11,686	63,607	0,00	2,678	0,496	8,586	33,075
	B	Franco Arcilloso	4,29	1,72	0,086	11,31	60,455	0,00	2,397	0,379	10,933	51,856
	BC	Franco Arcilloso	4,17	2,12	0,106	9,142	60,281	0,00	1,925	0,373	8,325	45,283
	C	Franco Arcillo Arenoso	4,25	1,44	0,072	9,1	40,221	0,00	1,161	0,283	12,666	70,031
C12	A	Franco Arenoso	5,33	2,81	0,141	10,226	117,319	0,00	3,684	0,724	5,165	-
	BC	Franco Arcillo Arenoso	4,76	1,78	0,089	9,392	112,438	0,00	1,43	0,175	4,54	22,689
	C	Franco Arcillo Arenoso	4,48	1,44	0,072	9,184	62,179	0,00	1,404	0,138	4,636	36,235
C13	A	Franco	5,9	2,35	0,118	16,273	72,308	7,33	6,192	0,857	-	-
	AC	Arcilloso	6,02	1,49	0,075	15,439	63,498	5,61	4,647	0,768	-	-
	C1	Arcilloso	5,83	1,72	0,086	13,729	62,167	5,39	4,35	0,833	-	-
	C2	Arcilloso	6,2	1,95	0,098	13,646	47,844	5,58	4,673	0,75	-	-

Tabla 32. Macrofauna del suelo del sector Inkari

Nº	Orden	Familia	Nombre común	Calicatas													
				C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	
1	Haplotaxida	Lumbricidae	Lombriz de tierra	32	96	-	96	48	32	96	16	16	80	-	16	160	
2	Himenópteros	Formicidae	Hormigas amarillas	208	-	80	-	-	160	-	-	-	-	-	-	-	
3	Himenópteros	Formicidae	Isula negra	-	-	48	-	-	-	32	-	-	-	-	-	-	
4	Himenópteros	Formicidae	Hormigas negras pequeñas	-	-	-	-	-	-	-	96	-	96	-	-	-	
5	Himenópteros	Formicidae	Hormigas negras	-	-	128	-	96	-	-	-	80	-	48	48	-	
6	Himenópteros	Formicidae	Hormigas rojas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	-	
7	Isópoda	Crustáceo	Chanchito de tierra	48	48	-	128	144	-	-	-	64	-	-	-	64	
8	Isóptera	Termopsidae	Comejen o termitas	-	240	96	-	-	-	-	-	-	-	-	192	-	-
9	Coleóptera	Scarabaeidae	Escarabajo	-	32	-	-	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Coleóptera	Scarabaeidae	Gusanito Blanco	-	16	-	-	32	-	-	-	-	-	-	-	-	16
11	Geophilomorpha	Chilópoda	Ciempíes	-	16	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	Arabidae	Arachnidae	Arañas	-	-	-	32	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-
13	Orthoptera	Stenopelmatidae	Niño de tierra	-	-	-	8	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-
14	Dermáptera	Laviduridae	Tijereta	-	-	-	-	48	16	-	-	-	-	-	-	16	-
15	Ortópteros	Gryllidae	Grillo	-	-	-	-	-	-	-	-	32	-	-	-	-	-
16	Blattodea	Blaberidae	Cucaracha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
Total (ind/m2)				288	448	368	264	400	208	160	144	160	176	240	128	256	

Tabla 33. Cálculo de diversidad de especies de macrofauna del suelo del sector Inkari

Nº	Orden	Familia	Nombre comun	Calicatas													ni	pi (ni/N)	Pi*ln(pi)	pi^2	
				C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13					
1	Haplotaxida	Lumbricidae	Lombriz de tierra	32	96	-	96	48	32	96	16	16	80	-	16	160	688	0,2123	-0,329	0,0451	
2	Himenópteros	Formicidae	Hormigas amarillas	208	-	80	-	-	160	-	-	-	-	-	-	448	0,1383	-0,274	0,0191		
3	Himenópteros	Formicidae	Isula negra	-	-	48	-	-	32	-	-	-	-	-	80	0,0247	-0,091	0,0006			
4	Himenópteros	Formicidae	Hormigas negras pequeñas	-	-	-	-	-	-	96	-	96	-	-	192	0,0593	-0,167	0,0035			
5	Himenópteros	Formicidae	Hormigas negras	-	-	128	-	96	-	-	-	80	-	48	48	400	0,1235	-0,258	0,0152		
6	Himenópteros	Formicidae	Hormigas rojas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	-	48	0,0148	-0,062	0,0002		
7	Isópoda	Crustáceo	Chanchito de tierra	48	48	-	128	144	-	-	-	64	-	-	64	496	0,1531	-0,287	0,0234		
8	Isóptera	Termopsidae	Comejen o termitas	-	240	96	-	-	-	-	-	-	-	192	-	528	0,1630	-0,296	0,0266		
9	Coleóptera	Scarabaeidae	Escarabajo	-	32	-	-	32	-	-	-	-	-	-	64	0,0198	-0,078	0,0004			
10	Coleóptera	Scarabaeidae	Gusanito Blanco	-	16	-	-	32	-	-	-	-	-	-	16	64	0,0198	-0,078	0,0004		
11	Geophilomorpha	Chilópoda	Ciempíes	-	16	16	-	-	-	-	-	-	-	-	32	0,0099	-0,046	0,0001			
12	Arabidae	Arachnidae	Arañas	-	-	-	32	-	-	16	-	-	-	-	48	0,0148	-0,062	0,0002			
13	Orthoptera	Stenopelmatidae	Niño de tierra	-	-	-	8	-	-	16	-	-	-	-	24	0,0074	-0,036	0,0001			
14	Dermáptera	Laviduridae	Tijereta	-	-	-	-	48	16	-	-	-	-	16	-	80	0,0247	-0,091	0,0006		
15	Ortópteros	Gryllidae	Grillo	-	-	-	-	-	-	-	-	32	-	-	-	32	0,0099	-0,046	0,0001		
16	Blattodea	Blaberidae	Cucaracha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	16	0,0049	-0,026	0,00002			
Numero total de individuos (N):																					3240
Numero de especies :																					16,0
Sumatoria Pi*ln(pi):																					-2,23
Diversidad de especies																	Shannon - Wiener (H') en nats/individuo:		2,23		
																	Equidad de Pielou (E)		0,80		
																	Índice de Simpson (D)		0,864		

Anexo 4. Fotografías



Figura 26. Colocación del cartel de investigación en la zona de estudio.



Figura 27. Verificando los puntos de muestreo según el mapa base del área de estudio.



Figura 28. Realización de calicatas en los suelos del sector Inkari.



Figura 29. Identificación de horizontes del suelo de cada calicata.



Figura 30. Descripción de cada perfil del suelo.



Figura 31. Recolección de muestras del suelo de cada horizonte encontrado.



Figura 32. Muestreo de la macrofauna del suelo en sector Inkari.



Figura 33. Recolección de la macrofauna edáfica.



Figura 34. Lombriz de tierra encontrado en los suelos del sector Inkari.

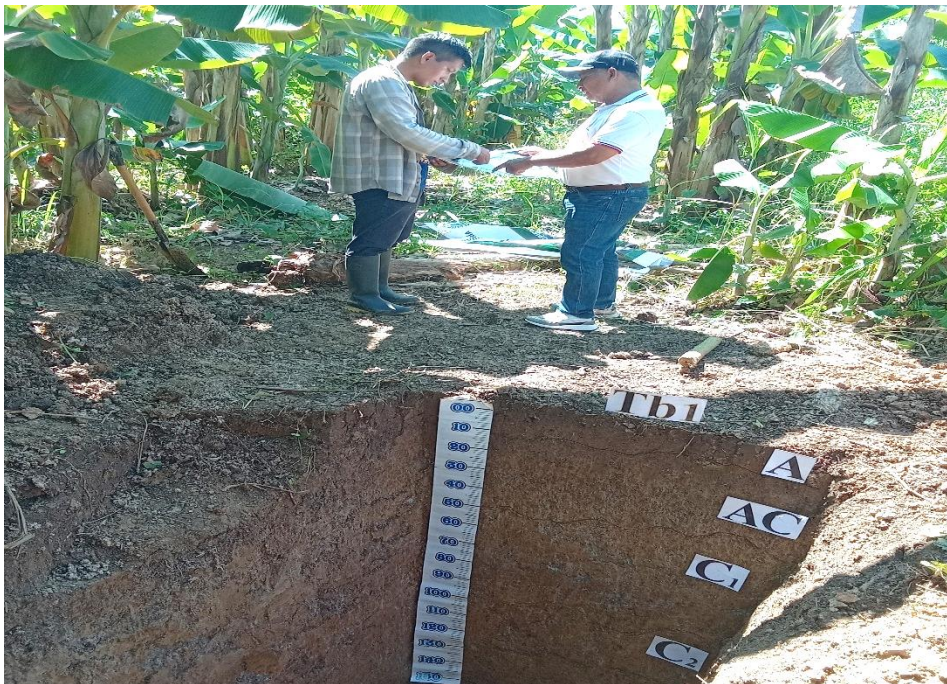
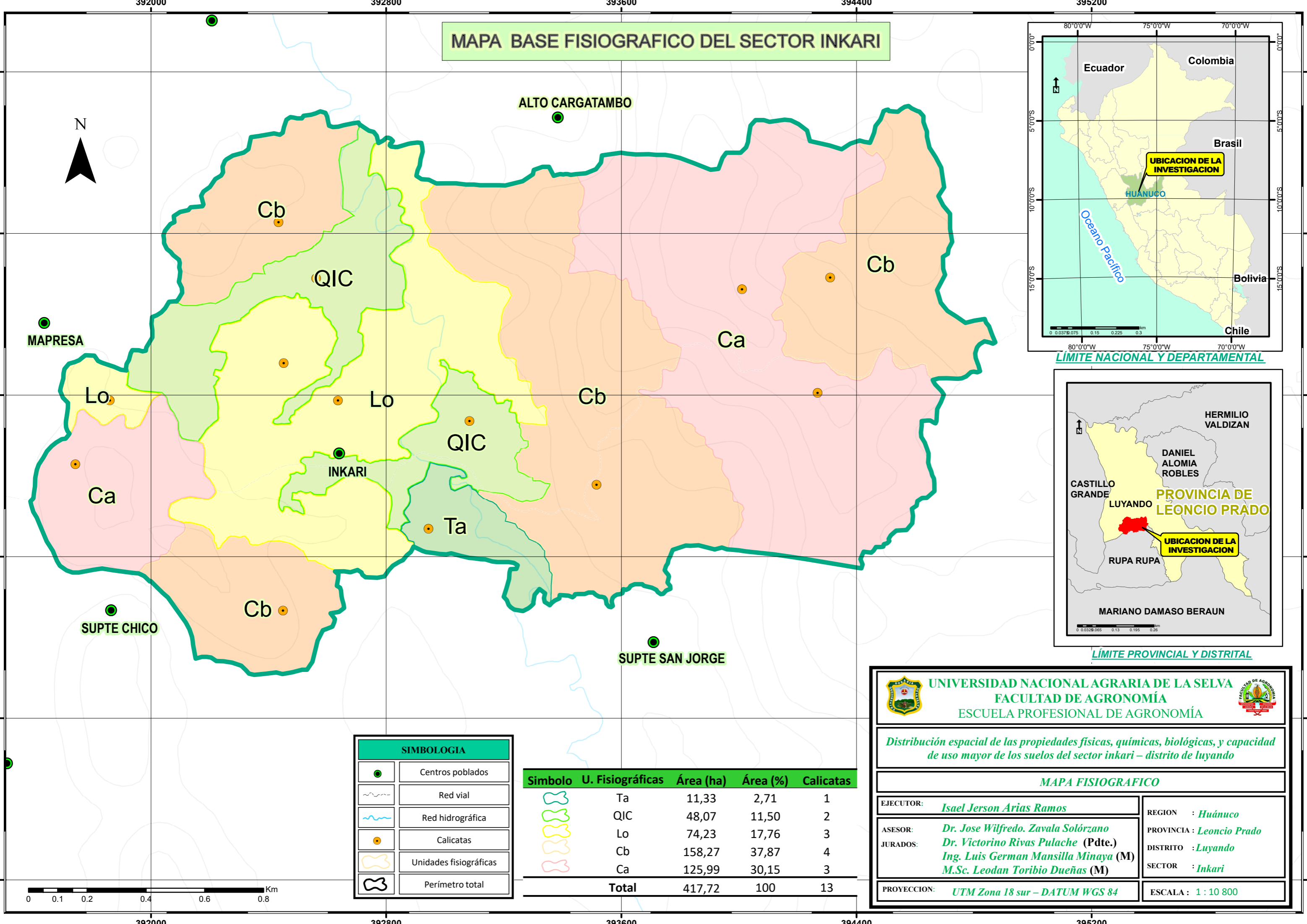


Figura 35. Supervisión de los jurados en trabajos en campo.

+

MAPAS

MAPA BASE FISIOGRAFICO DEL SECTOR INKARI



LÍMITE NACIONAL Y DEPARTAMENTAL



LÍMITE PROVINCIAL Y DISTRITAL

SIMBOLOGIA	
	Centros poblados
	Red vial
	Red hidrográfica
	Calicatas
	Unidades fisiográficas
	Perímetro total

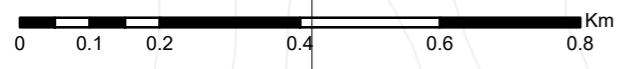
Simbolo	U. Fisiográficas	Área (ha)	Área (%)	Calicatas
	Ta	11,33	2,71	1
	QIC	48,07	11,50	2
	Lo	74,23	17,76	3
	Cb	158,27	37,87	4
	Ca	125,99	30,15	3
Total		417,72	100	13

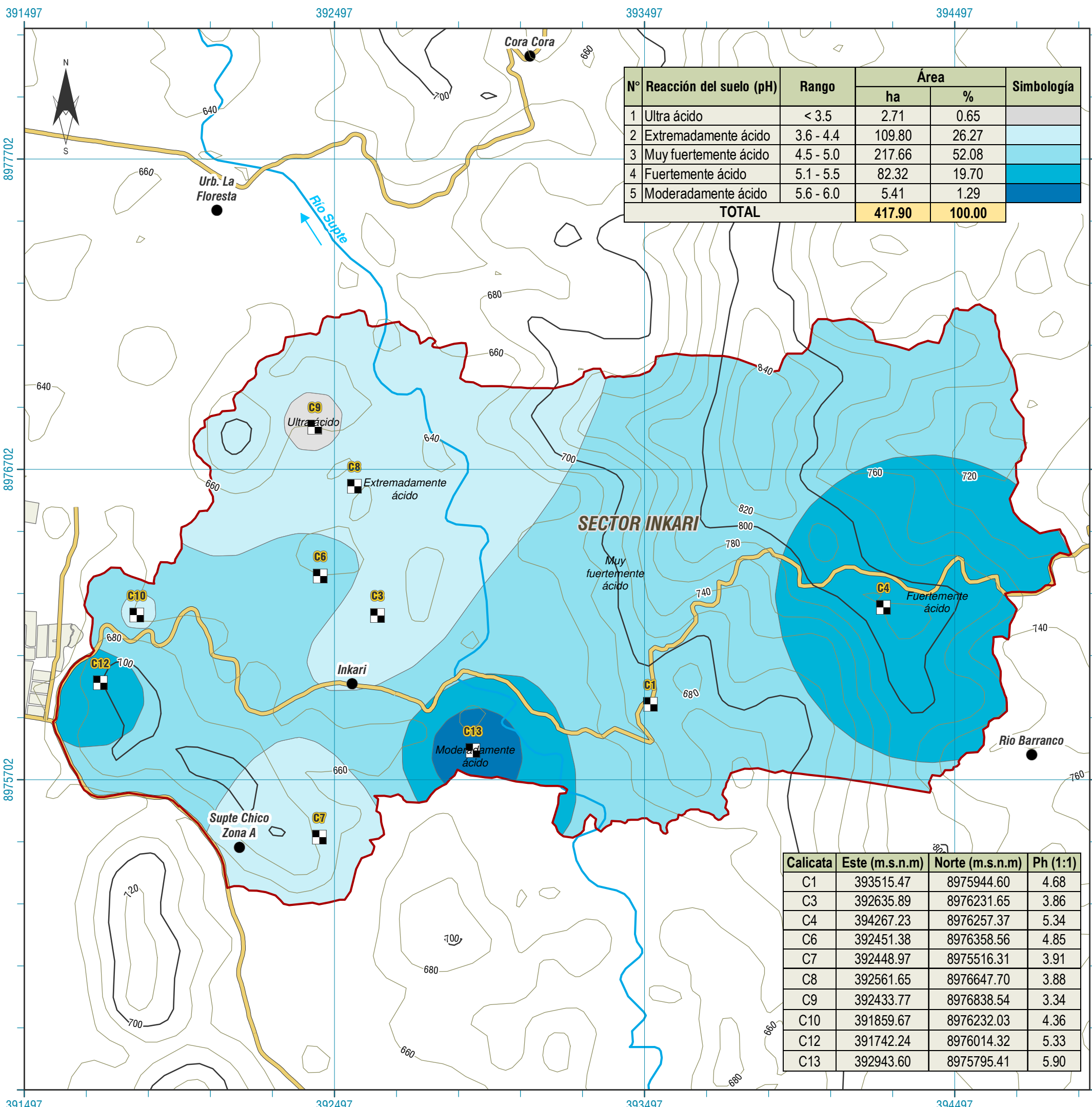
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Distribución espacial de las propiedades físicas, químicas, biológicas, y capacidad de uso mayor de los suelos del sector inkari – distrito de luyando

MAPA FISIOGRAFICO

EJECUTOR: <i>Isael Jerson Arias Ramos</i>	REGION : <i>Huánuco</i>
ASESOR: <i>Dr. Jose Wilfredo. Zavala Solórzano</i>	PROVINCIA : <i>Leoncio Prado</i>
JURADOS: <i>Dr. Victorino Rivas Pulache (Pdte.)</i> <i>Ing. Luis German Mansilla Minaya (M)</i> <i>M.Sc. Leodan Toribio Dueñas (M)</i>	DISTRITO : <i>Luyando</i>
PROYECCION: <i>UTM Zona 18 sur – DATUM WGS 84</i>	SECTOR : <i>Inkari</i>
ESCALA : 1 : 10 800	





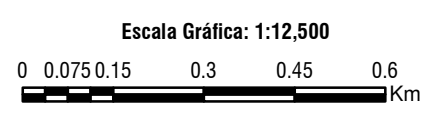
N°	Reacción del suelo (pH)	Rango	Área		Simbología
			ha	%	
1	Ultra ácido	< 3.5	2.71	0.65	
2	Extremadamente ácido	3.6 - 4.4	109.80	26.27	
3	Muy fuertemente ácido	4.5 - 5.0	217.66	52.08	
4	Fuertemente ácido	5.1 - 5.5	82.32	19.70	
5	Moderadamente ácido	5.6 - 6.0	5.41	1.29	
TOTAL			417.90	100.00	

Calicata	Este (m.s.n.m)	Norte (m.s.n.m)	Ph (1:1)
C1	393515.47	8975944.60	4.68
C3	392635.89	8976231.65	3.86
C4	394267.23	8976257.37	5.34
C6	392451.38	8976358.56	4.85
C7	392448.97	8975516.31	3.91
C8	392561.65	8976647.70	3.88
C9	392433.77	8976838.54	3.34
C10	391859.67	8976232.03	4.36
C12	391742.24	8976014.32	5.33
C13	392943.60	8975795.41	5.90



INFORMACIÓN DEL ÁREA DEL SECTOR INKARI				
Área (Ha)	Perímetro (km)	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m)
		Este (m)	Norte (m)	
417.90	11.12	393232.73	8976314.65	648.00

- SÍMBOLOS CONVENCIONALES**
- Centros Poblados
 - Calicatas
 - ⊕ Zona urbana
 - ⬮ Área de estudio Inkari
 - ⚡ Red vial vecinal
 - 🌊 Ríos
 - Curvas Mayores
 - Curvas Menores



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

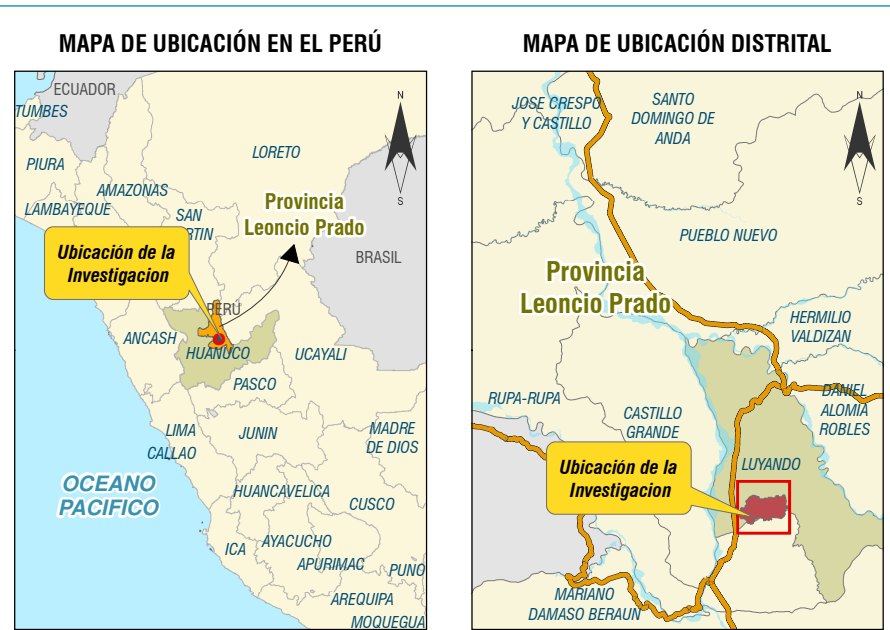
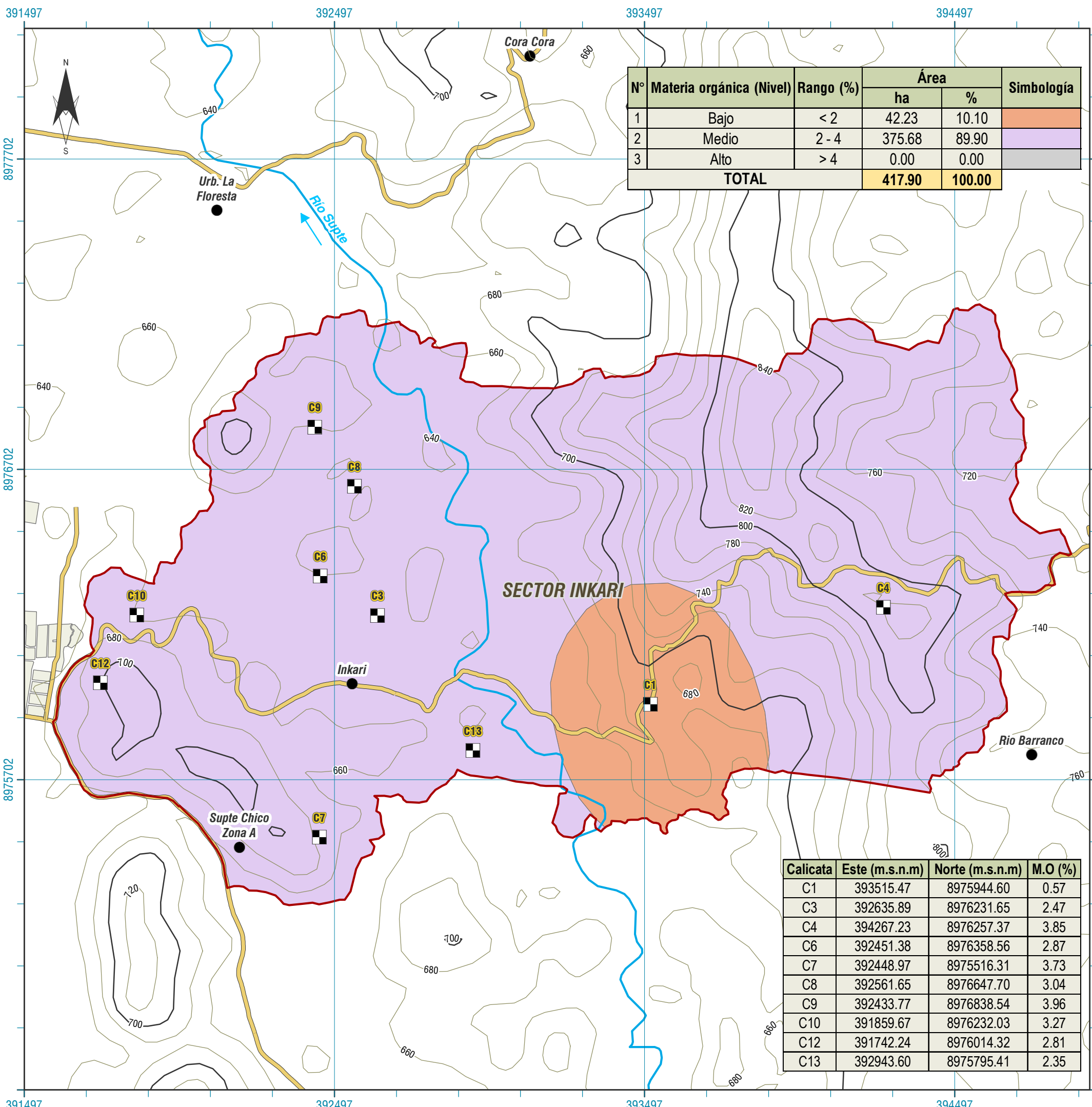
TESIS:
 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS, BIOLÓGICAS, Y CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LOS SUELOS DEL SECTOR INKARI – DISTRITO DE LUYANDO

MAPA DE POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) DEL SECTOR INKARI

FUENTES: Centros poblados INGE Límites provincial y distrital Carta Nacional 19k Red Vial Nacional y Vecinal Datos de campo	PROYECCIÓN Y DATUM: Sistema de Coordenadas Proyectadas: UTM Datum Horizontal: WGS 1984 Zona o Huso: 18 Sur
---	--

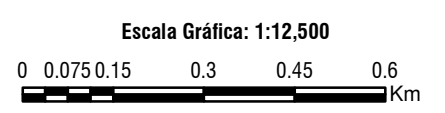
ELABORADO: Bach. Isael Jerson Arias Ramos **ASESOR:** Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano

FECHA: 28/04/2025 **ESCALA NUMÉRICA:** 1:12,500 **MAPA:** PH-02



INFORMACIÓN DEL ÁREA DEL SECTOR INKARI				
Área (Ha)	Perímetro (km)	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m)
		Este (m)	Norte (m)	
417.90	11.12	393232.73	8976314.65	648.00

- SÍMBOLOS CONVENCIONALES**
- Centros Poblados
 - Calicatas
 - ⊕ Zona urbana
 - ⬮ Área de estudio Inkari
 - ⚡ Red vial vecinal
 - 🌊 Ríos
 - ⤵ Curvas Mayores
 - ⤴ Curvas Menores



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

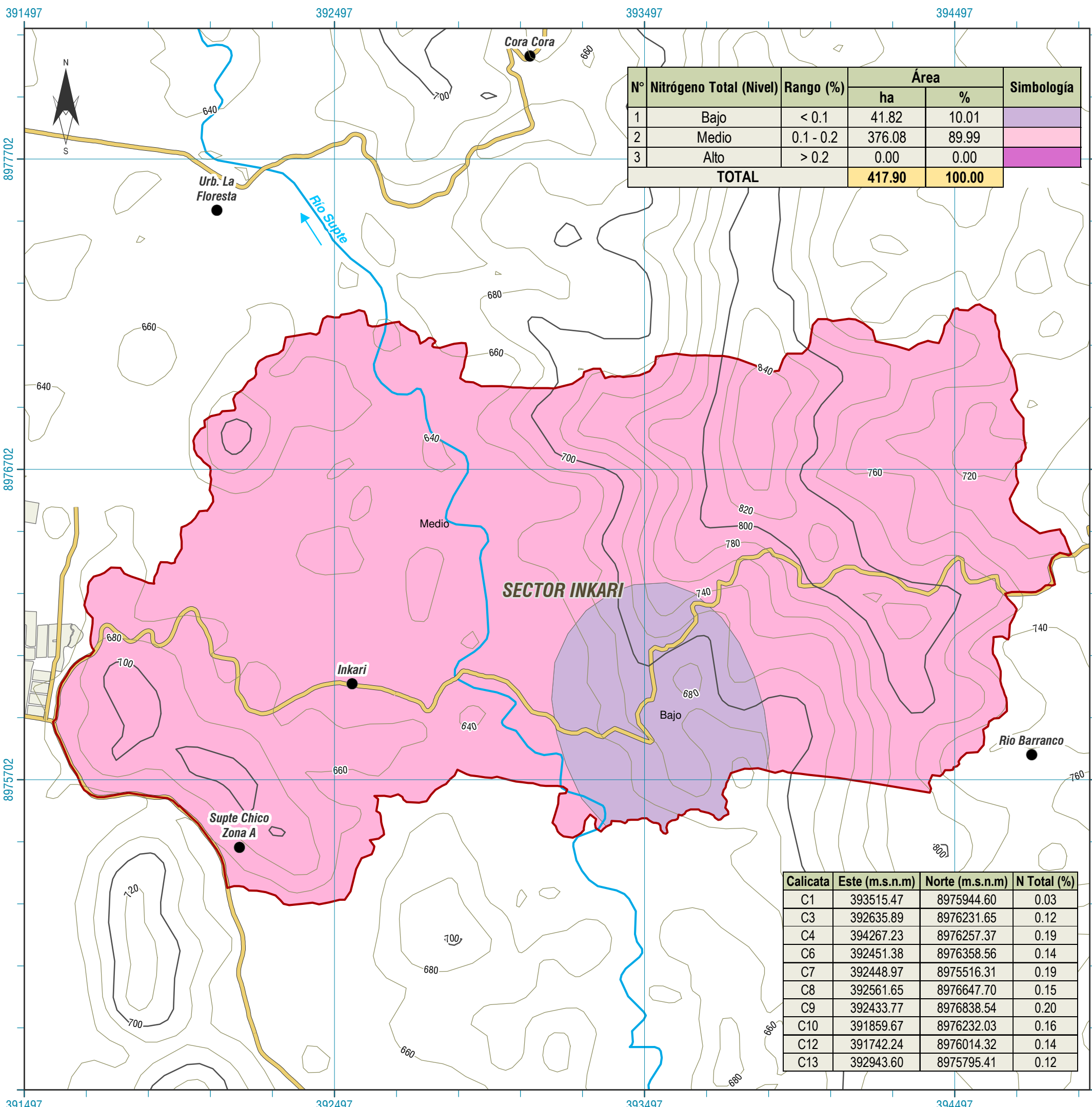
TESIS:
 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS, BIOLÓGICAS, Y CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LOS SUELOS DEL SECTOR INKARI – DISTRITO DE LUYANDO

MAPA DE MATERIA ORGÁNICA DEL SECTOR INKARI

FUENTES: Centros poblados INGE Límites provincial y distrital Carta Nacional 19k Red Vial Nacional y Vecinal Datos de campo	PROYECCIÓN Y DATUM: Sistema de Coordenadas Proyectadas: UTM Datum Horizontal: WGS 1984 Zona o Huso: 18 Sur
---	--

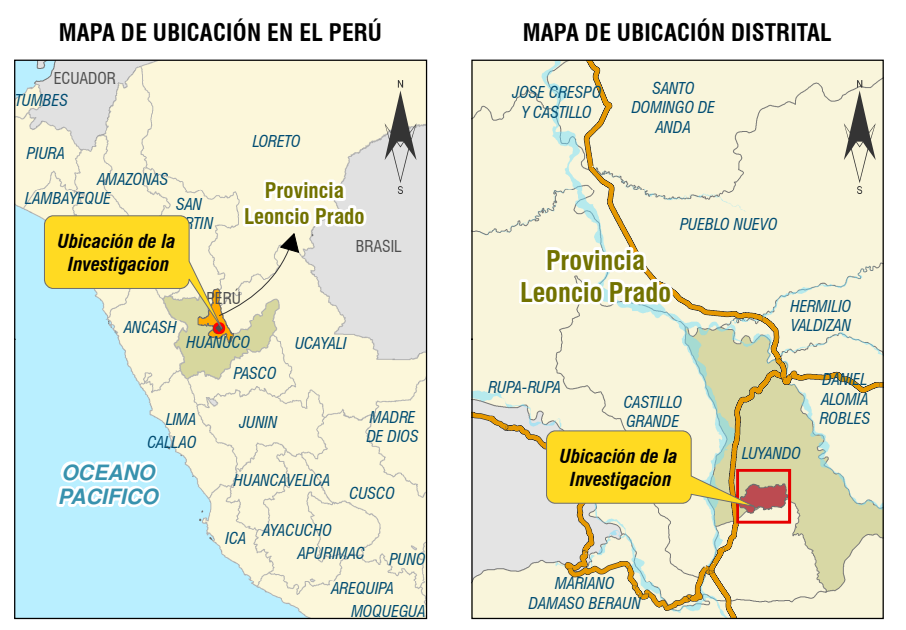
ELABORADO: Bach. Isael Jerson Arias Ramos	ASESOR: Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano
---	--

FECHA: 28/05/2025	ESCALA NUMÉRICA: 1:12,500	MAPA: MO-03
-----------------------------	-------------------------------------	-----------------------



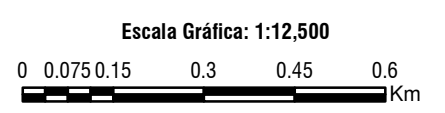
N°	Nitrógeno Total (Nivel)	Rango (%)	Área		Simbología
			ha	%	
1	Bajo	< 0.1	41.82	10.01	
2	Medio	0.1 - 0.2	376.08	89.99	
3	Alto	> 0.2	0.00	0.00	
TOTAL			417.90	100.00	

Calicata	Este (m.s.n.m)	Norte (m.s.n.m)	N Total (%)
C1	393515.47	8975944.60	0.03
C3	392635.89	8976231.65	0.12
C4	394267.23	8976257.37	0.19
C6	392451.38	8976358.56	0.14
C7	392448.97	8975516.31	0.19
C8	392561.65	8976647.70	0.15
C9	392433.77	8976838.54	0.20
C10	391859.67	8976232.03	0.16
C12	391742.24	8976014.32	0.14
C13	392943.60	8975795.41	0.12



INFORMACIÓN DEL ÁREA DEL SECTOR INKARI				
Área (Ha)	Perímetro (km)	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m)
		Este (m)	Norte (m)	
417.90	11.12	393232.73	8976314.65	648.00

- SÍMBOLOS CONVENCIONALES**
- Centros Poblados
 - ⊕ Zona urbana
 - ⬭ Área de estudio Inkari
 - ⬭ Red vial vecinal
 - ⬭ Ríos
 - ⬭ Curvas Mayores
 - ⬭ Curvas Menores



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

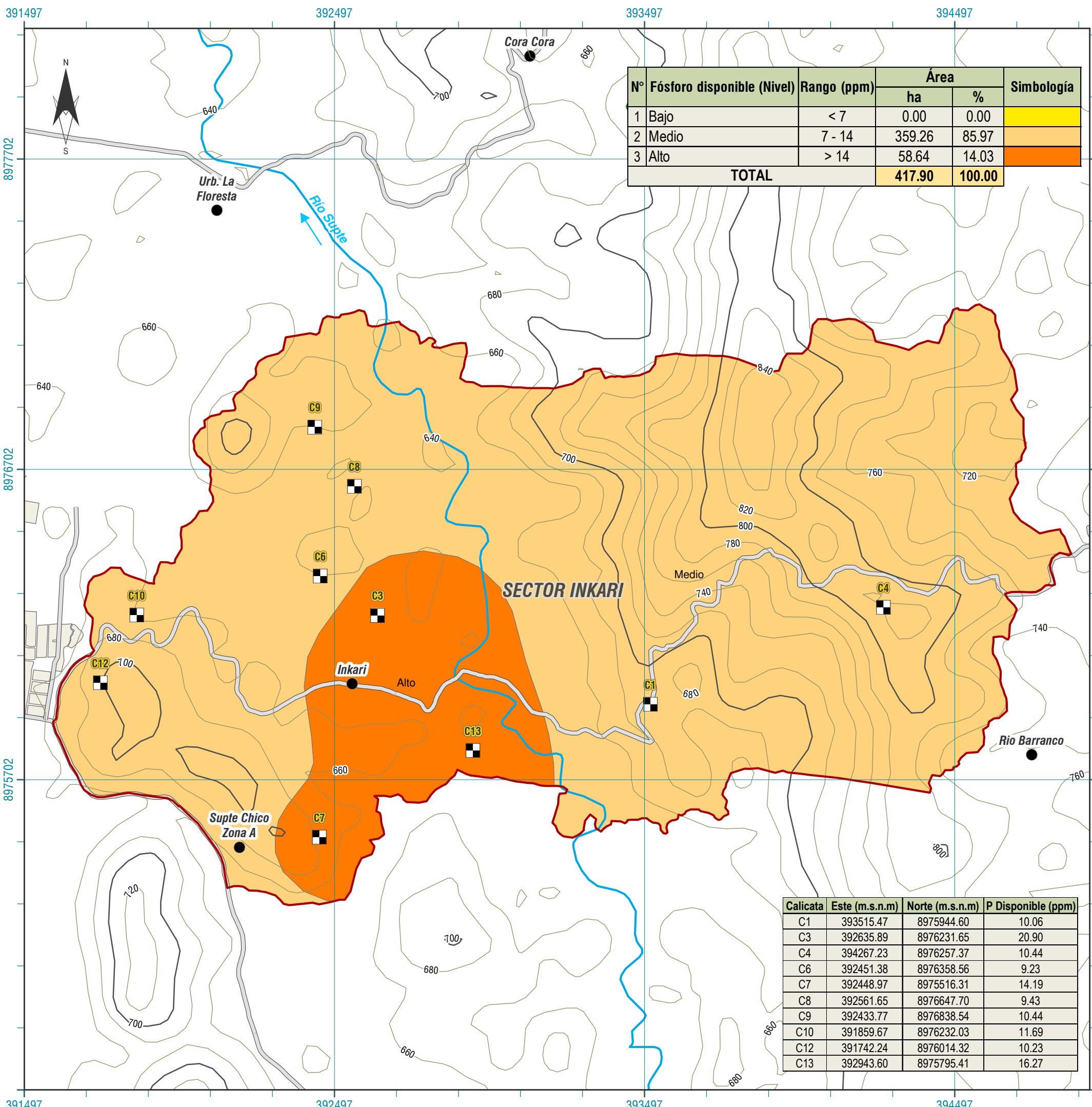
TESIS:
 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS, BIOLÓGICAS, Y CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LOS SUELOS DEL SECTOR INKARI – DISTRITO DE LUYANDO

MAPA DE NITROGENO TOTAL DEL SECTOR INKARI

FUENTES: Centros poblados INGE Límites provincial y distrital Carta Nacional 19k Red Vial Nacional y Vecinal Datos de campo	PROYECCIÓN Y DATUM: Sistema de Coordenadas Proyectadas: UTM Datum Horizontal: WGS 1984 Zona o Huso: 18 Sur
---	--

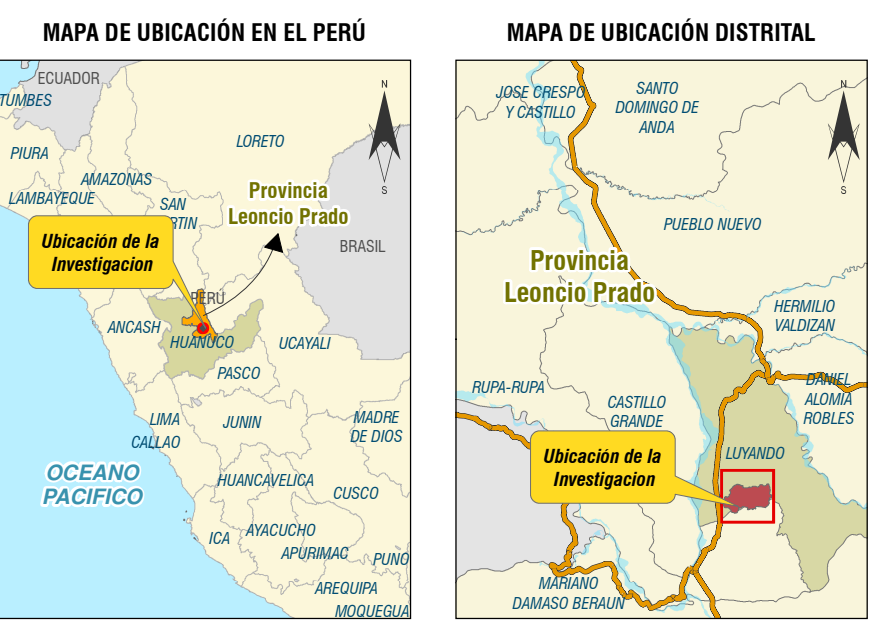
ELABORADO: Bach. Isael Jerson Arias Ramos	ASESOR: Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano
--	---

FECHA: 28/05/2025	ESCALA NUMÉRICA: 1:12,500	MAPA: N-04
--------------------------	----------------------------------	-------------------



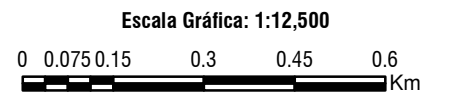
N°	Fósforo disponible (Nivel)	Rango (ppm)	Área		Simbología
			ha	%	
1	Bajo	< 7	0.00	0.00	
2	Medio	7 - 14	359.26	85.97	
3	Alto	> 14	58.64	14.03	
TOTAL			417.90	100.00	

Calicata	Este (m.s.n.m)	Norte (m.s.n.m)	P Disponible (ppm)
C1	393515.47	8975944.60	10.06
C3	392635.89	8976231.65	20.90
C4	394267.23	8976257.37	10.44
C6	392451.38	8976358.56	9.23
C7	392448.97	8975516.31	14.19
C8	392561.65	8976647.70	9.43
C9	392433.77	8976838.54	10.44
C10	391859.67	8976232.03	11.69
C12	391742.24	8976014.32	10.23
C13	392943.60	8975795.41	16.27



INFORMACIÓN DEL ÁREA DEL SECTOR INKARI				
Área (Ha)	Perímetro (km)	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m)
		Este (m)	Norte (m)	
417.90	11.12	393232.73	8976314.65	648.00

- SÍMBOLOS CONVENCIONALES**
- Centros Poblados
 - ◻ Calicatas
 - ⊕ Zona urbana
 - ⬮ Área de estudio Inkari
 - ⌵ Red vial vecinal
 - 🌊 Ríos
 - ⤵ Curvas Mayores
 - ⤴ Curvas Menores



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

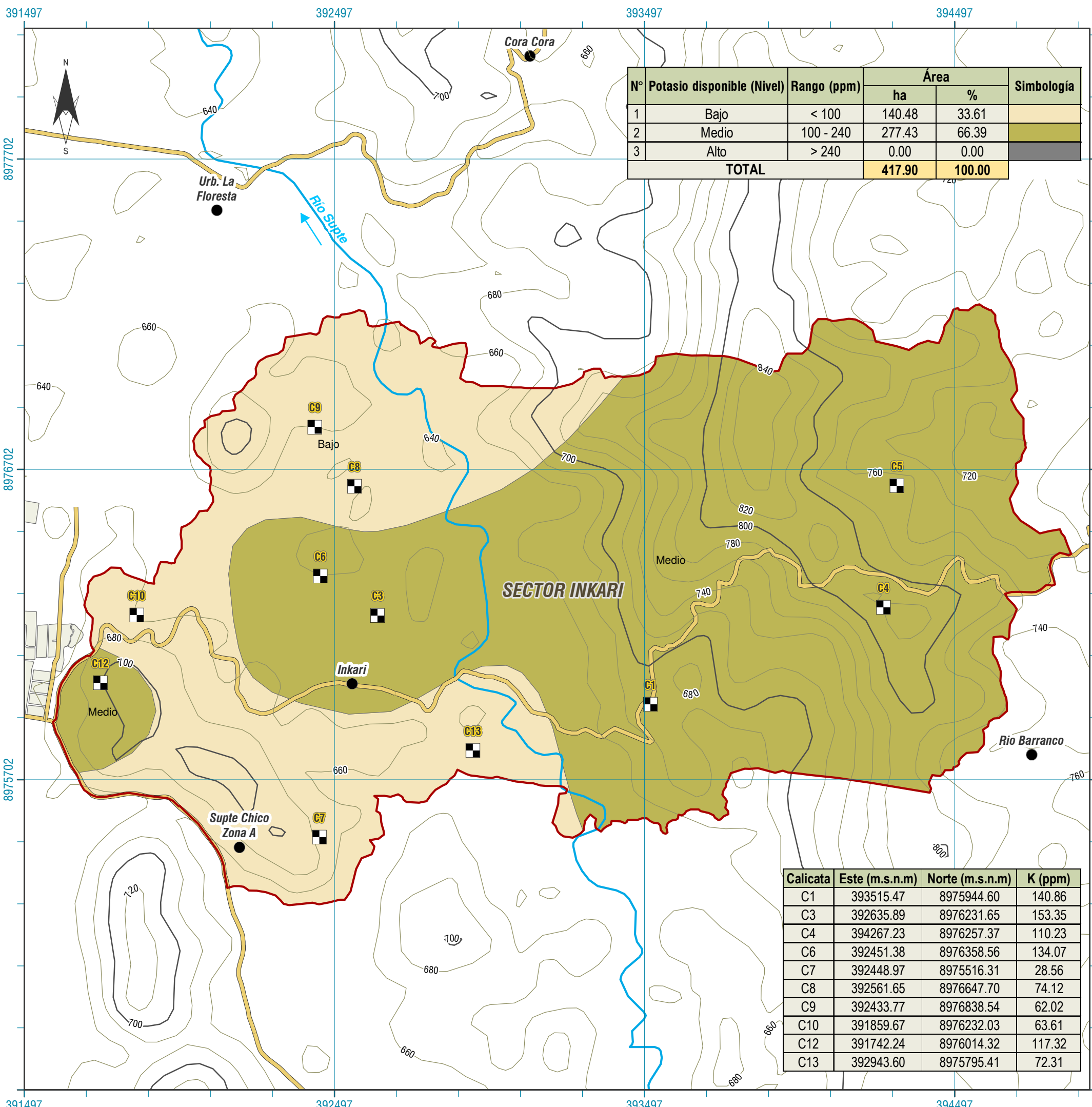
TESIS:
 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS, BIOLÓGICAS, Y CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LOS SUELOS DEL SECTOR INKARI – DISTRITO DE LUYANDO

MAPA DE FÓSFORO DEL SECTOR INKARI

FUENTES: Centros poblados INGE Límites provincial y distrital Carta Nacional 19k Red Vial Nacional y Vecinal Datos de campo	PROYECCIÓN Y DATUM: Sistema de Coordenadas Proyectadas: UTM Datum Horizontal: WGS 1984 Zona o Huso: 18 Sur
---	--

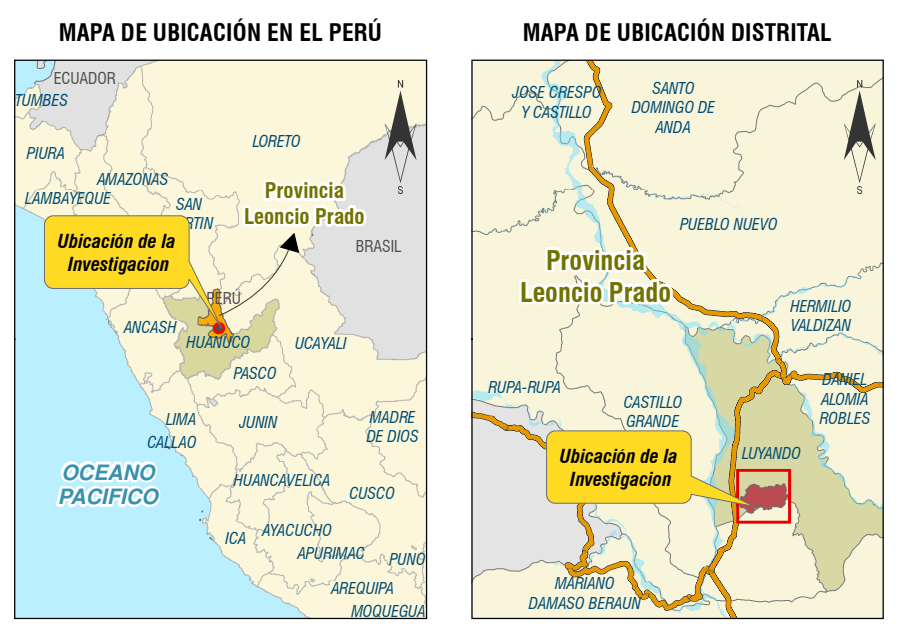
ELABORADO: Bach. Isael Jerson Arias Ramos	ASESOR: Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano
--	---

FECHA: 28/05/2025	ESCALA NUMÉRICA: 1:12,500	MAPA: P-05
--------------------------	----------------------------------	-------------------



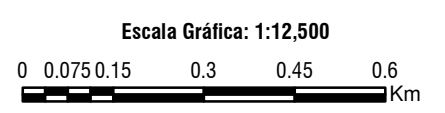
N°	Potasio disponible (Nivel)	Rango (ppm)	Área		Simbología
			ha	%	
1	Bajo	< 100	140.48	33.61	
2	Medio	100 - 240	277.43	66.39	
3	Alto	> 240	0.00	0.00	
TOTAL			417.90	100.00	

Calicata	Este (m.s.n.m)	Norte (m.s.n.m)	K (ppm)
C1	393515.47	8975944.60	140.86
C3	392635.89	8976231.65	153.35
C4	394267.23	8976257.37	110.23
C6	392451.38	8976358.56	134.07
C7	392448.97	8975516.31	28.56
C8	392561.65	8976647.70	74.12
C9	392433.77	8976838.54	62.02
C10	391859.67	8976232.03	63.61
C12	391742.24	8976014.32	117.32
C13	392943.60	8975795.41	72.31



INFORMACIÓN DEL ÁREA DEL SECTOR INKARI				
Área (Ha)	Perímetro (km)	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m)
		Este (m)	Norte (m)	
417.90	11.12	393232.73	8976314.65	648.00

- SÍMBOLOS CONVENCIONALES**
- Centros Poblados
 - Calicatas
 - ⊕ Zona urbana
 - ⬮ Área de estudio Inkari
 - ⬮ Red vial vecinal
 - ⬮ Ríos
 - ⬮ Curvas Mayores
 - ⬮ Curvas Menores



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

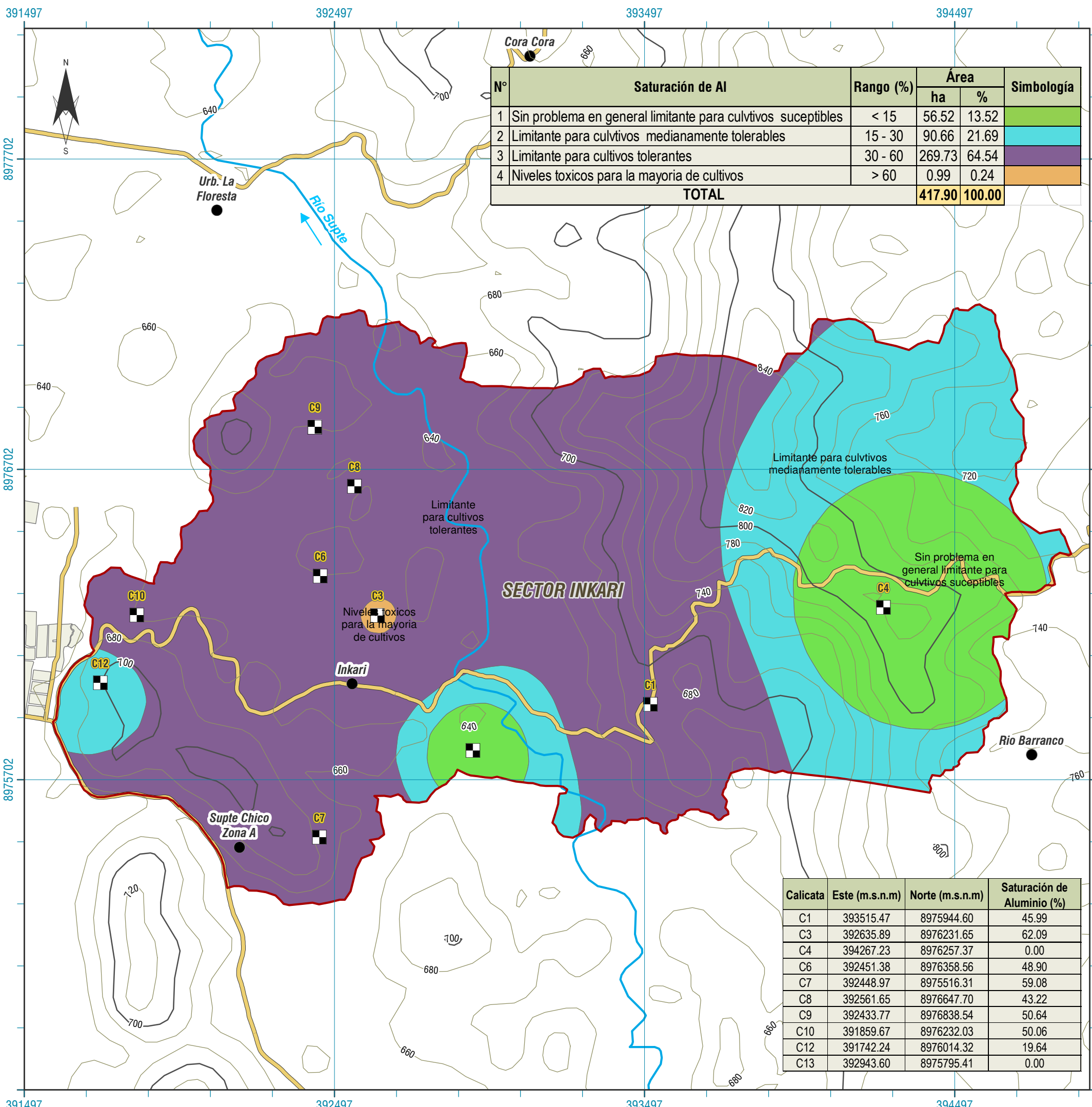
TESIS:
 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS, BIOLÓGICAS, Y CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LOS SUELOS DEL SECTOR INKARI – DISTRITO DE LUYANDO

MAPA DE POTASIO DEL SECTOR INKARI

FUENTES: Centros poblados INGE Límites provincial y distrital Carta Nacional 19k Red Vial Nacional y Vecinal Datos de campo	PROYECCIÓN Y DATUM: Sistema de Coordenadas Proyectadas: UTM Datum Horizontal: WGS 1984 Zona o Huso: 18 Sur
---	--

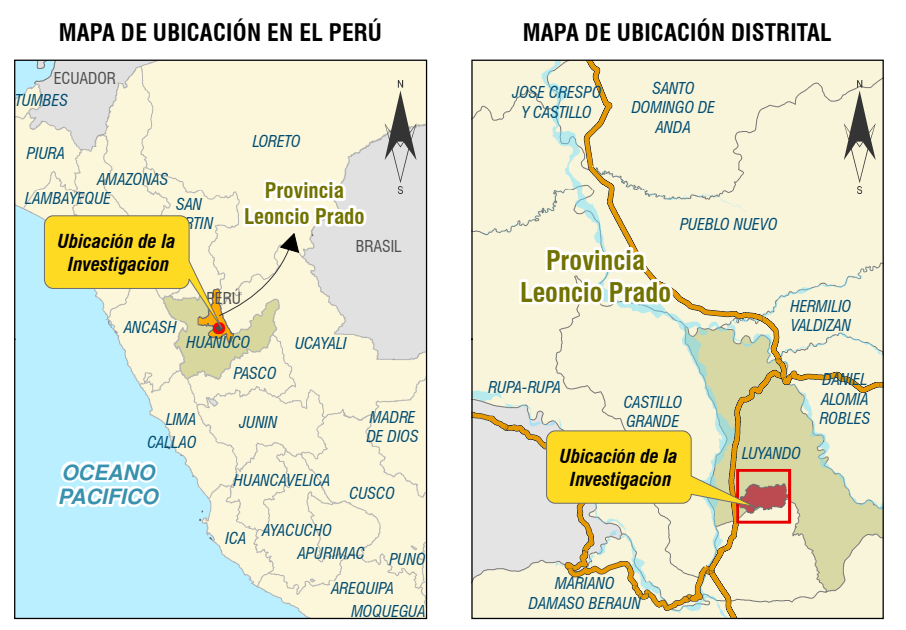
ELABORADO: Bach. Isael Jerson Arias Ramos	ASESOR: Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano
--	---

FECHA: 28/05/2025	ESCALA NUMÉRICA: 1:12,500	MAPA: K-06
--------------------------	----------------------------------	-------------------



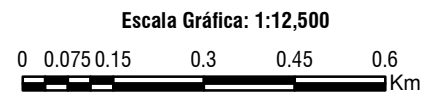
N°	Saturación de Al	Rango (%)	Área		Simbología
			ha	%	
1	Sin problema en general limitante para cultivos susceptibles	< 15	56.52	13.52	
2	Limitante para cultivos medianamente tolerables	15 - 30	90.66	21.69	
3	Limitante para cultivos tolerantes	30 - 60	269.73	64.54	
4	Niveles tóxicos para la mayoría de cultivos	> 60	0.99	0.24	
TOTAL			417.90	100.00	

Calicata	Este (m.s.n.m)	Norte (m.s.n.m)	Saturación de Aluminio (%)
C1	393515.47	8975944.60	45.99
C3	392635.89	8976231.65	62.09
C4	394267.23	8976257.37	0.00
C6	392451.38	8976358.56	48.90
C7	392448.97	8975516.31	59.08
C8	392561.65	8976647.70	43.22
C9	392433.77	8976838.54	50.64
C10	391859.67	8976232.03	50.06
C12	391742.24	8976014.32	19.64
C13	392943.60	8975795.41	0.00



INFORMACIÓN DEL ÁREA DEL SECTOR INKARI				
Área (Ha)	Perímetro (km)	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m)
		Este (m)	Norte (m)	
417.90	11.12	393232.73	8976314.65	648.00

- SÍMBOLOS CONVENCIONALES**
- Centros Poblados
 - Calicatas
 - Zona urbana
 - ⬮ Área de estudio Inkari
 - ⚡ Red vial vecinal
 - 🌊 Ríos
 - ⤵ Curvas Mayores
 - ⤴ Curvas Menores



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

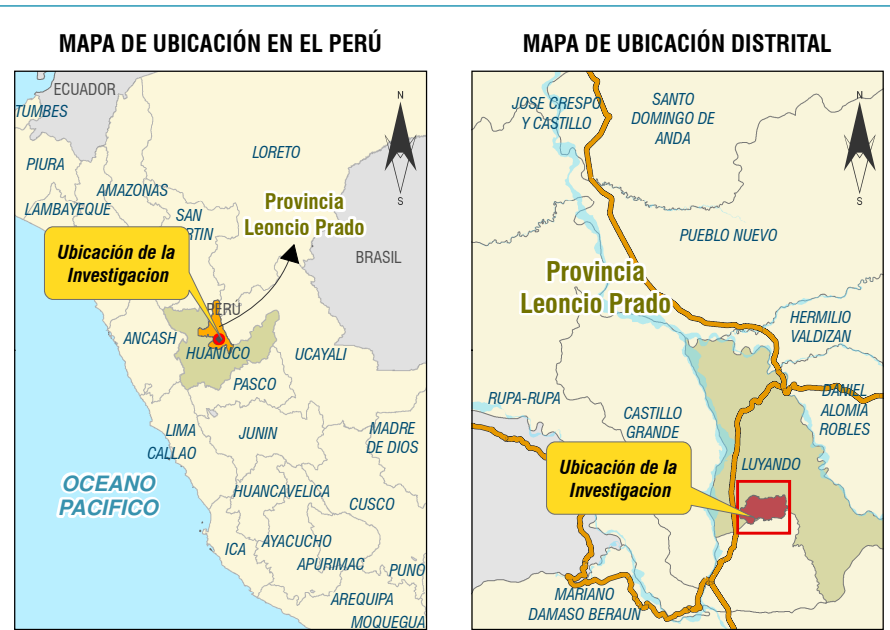
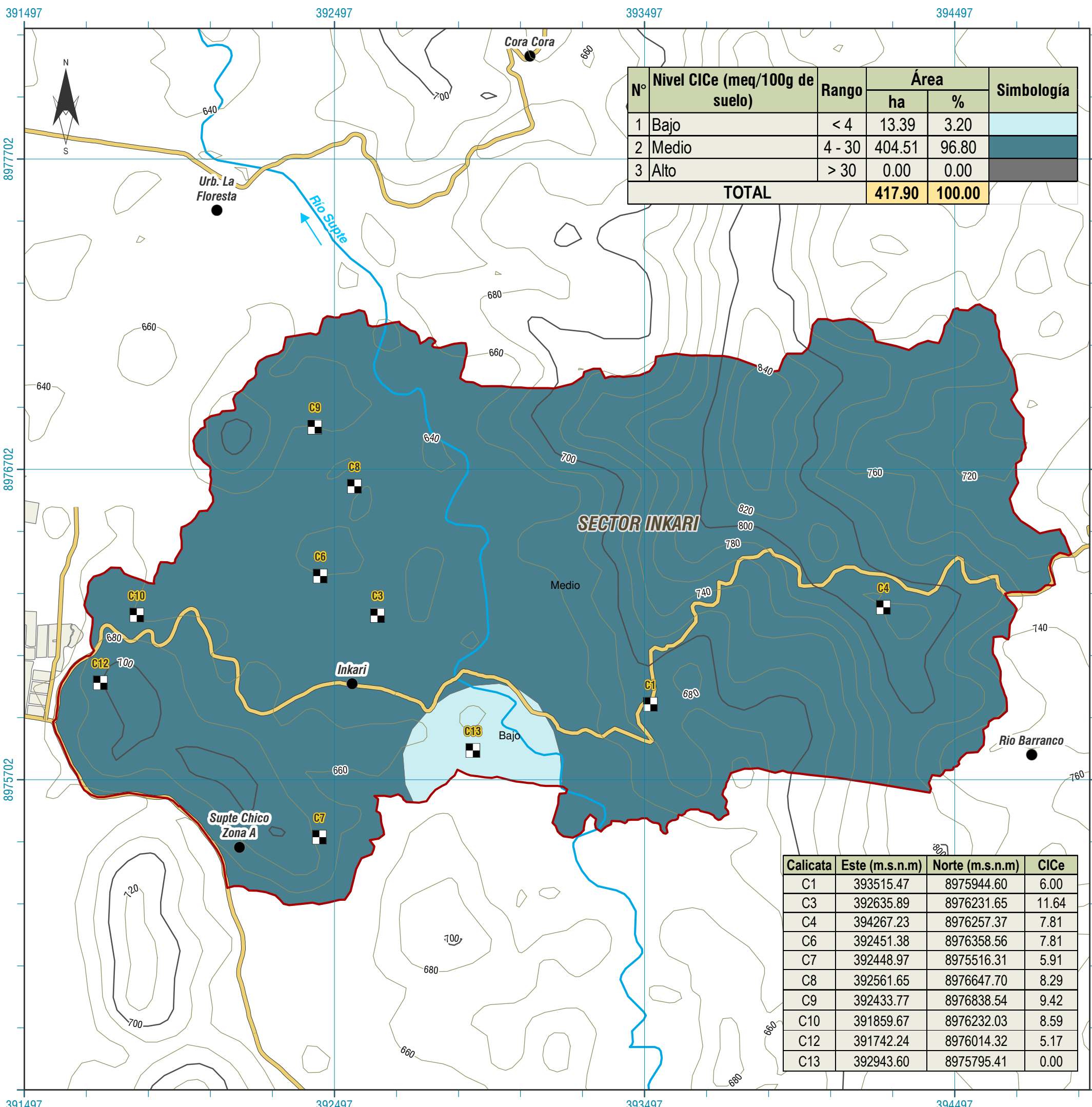
TESIS:
 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS, BIOLÓGICAS, Y CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LOS SUELOS DEL SECTOR INKARI – DISTRITO DE LUYANDO

MAPA DE SATURACIÓN DE ALUMINIO DEL SECTOR INKARI

FUENTES: Centros poblados INGE Límites provincial y distrital Carta Nacional 19k Red Vial Nacional y Vecinal Datos de campo	PROYECCIÓN Y DATUM: Sistema de Coordenadas Proyectadas: UTM Datum Horizontal: WGS 1984 Zona o Huso: 18 Sur
---	--

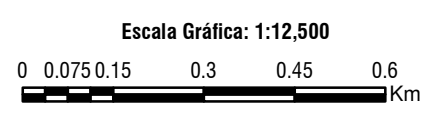
ELABORADO: Bach. Isael Jerson Arias Ramos **ASESOR:** Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano

FECHA: 28/05/2025 **ESCALA NUMÉRICA:** 1:12,500 **MAPA:** SAL-07



INFORMACIÓN DEL ÁREA DEL SECTOR INKARI				
Área (Ha)	Perímetro (km)	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m)
		Este (m)	Norte (m)	
417.90	11.12	393232.73	8976314.65	648.00

- SÍMBOLOS CONVENCIONALES**
- Centros Poblados
 - Calicatas
 - ⊕ Zona urbana
 - ⬮ Área de estudio Inkari
 - ⚡ Red vial vecinal
 - 🌊 Ríos
 - ⤵ Curvas Mayores
 - ⤴ Curvas Menores



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

TESIS:
 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS, BIOLÓGICAS, Y CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LOS SUELOS DEL SECTOR INKARI – DISTRITO DE LUYANDO

MAPA DE CICE DEL SECTOR INKARI

FUENTES: Centros poblados INGE Límites provincial y distrital Carta Nacional 19k Red Vial Nacional y Vecinal Datos de campo	PROYECCIÓN Y DATUM: Sistema de Coordenadas Proyectadas: UTM Datum Horizontal: WGS 1984 Zona o Huso: 18 Sur
---	--

ELABORADO: Bach. Isael Jerson Arias Ramos **ASESOR:** Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano

FECHA: 28/05/2025 **ESCALA NUMÉRICA:** 1:12,500 **MAPA:** CICE-08

391476 392476 393476 394476

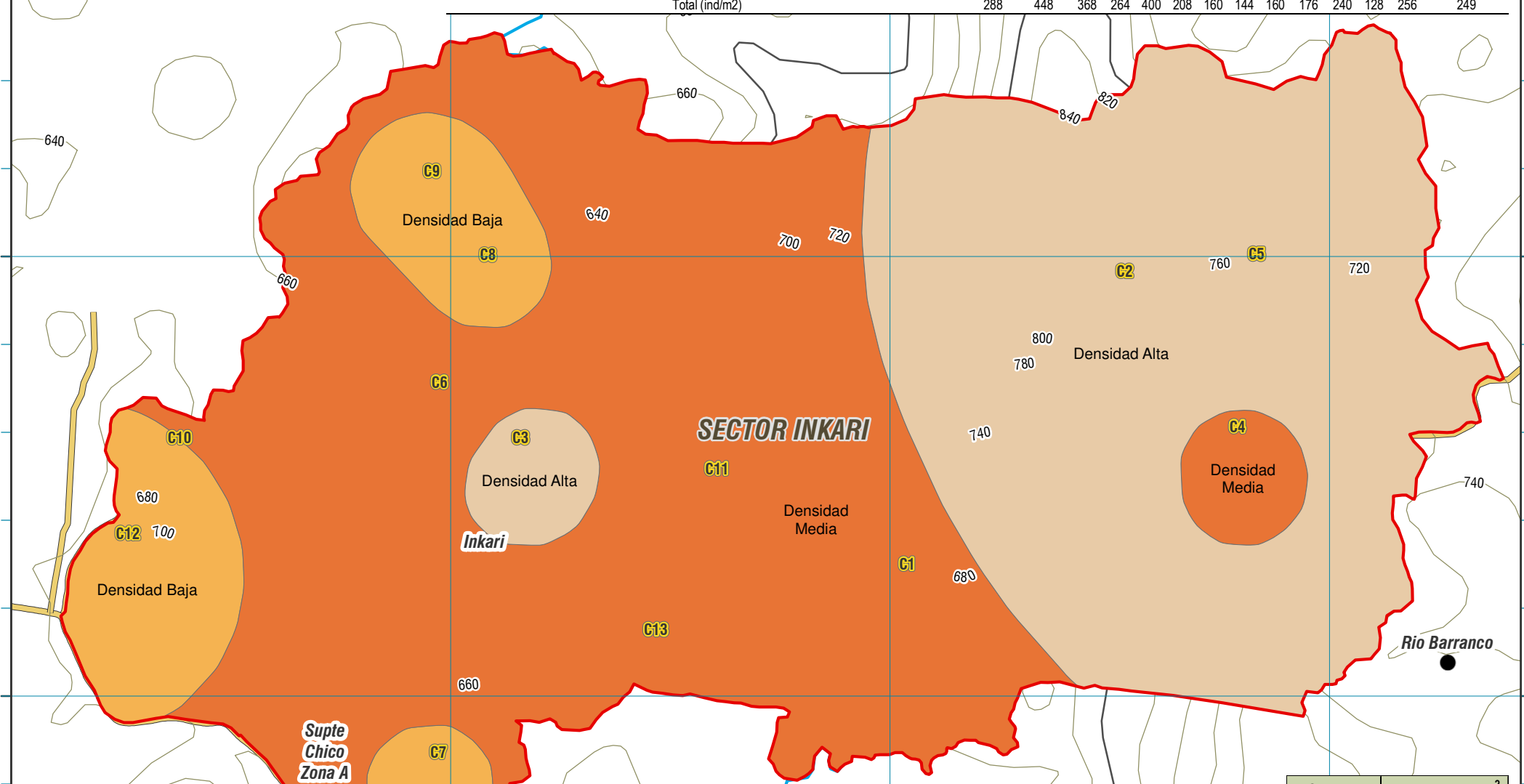
8977707

8976707

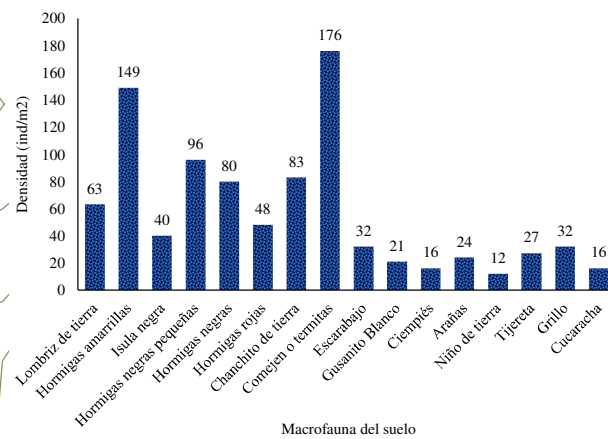
8975707

391476 392476 393476 394476

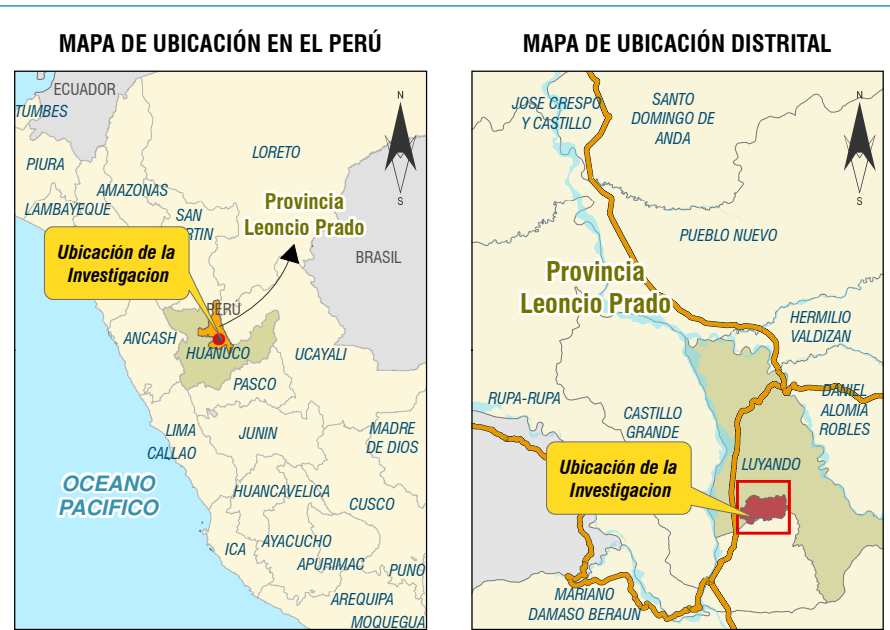
N°	Orden	Familia	Nombre común	Calicatas													Promedio (ind/m ²)
				C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	
1	Haplotaxida	Lumbricidae	Lombriz de tierra	32	96	-	96	48	32	96	16	16	80	-	16	160	63
2	Himenópteros	Formicidae	Hormigas amarillas	208	-	80	-	-	160	-	-	-	-	-	-	149	
3	Himenópteros	Formicidae	Isula negra	-	-	48	-	-	-	32	-	-	-	-	40		
4	Himenópteros	Formicidae	Hormigas negras pequeñas	-	-	-	-	-	-	96	-	-	-	-	96		
5	Himenópteros	Formicidae	Hormigas negras	-	-	128	-	96	-	-	80	-	48	48	80		
6	Himenópteros	Formicidae	Hormigas rojas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	-	48		
7	Isópoda	Crustáceo	Chanchito de tierra	48	48	-	128	144	-	-	-	64	-	-	64	83	
8	Isóptera	Termopsidae	Comejen o termitas	-	240	96	-	-	-	-	-	-	192	-	-	176	
9	Coleóptera	Scarabaeidae	Escarabajo	-	32	-	-	32	-	-	-	-	-	-	-	32	
10	Coleóptera	Scarabaeidae	Gusanito Blanco	-	16	-	-	32	-	-	-	-	-	-	16	21	
11	Geophilomorpha	Chilópoda	Ciempíes	-	16	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	
12	Arácnida	Arachnidae	Arañas	-	-	-	32	-	-	16	-	-	-	-	-	24	
13	Orthoptera	Stenopelmatidae	Niño de tierra	-	-	-	8	-	-	16	-	-	-	-	-	12	
14	Dermáptera	Laviduridae	Tijereta	-	-	-	48	16	-	-	-	-	16	-	-	27	
15	Ortópteros	Gryllidae	Grillo	-	-	-	-	-	-	32	-	-	-	-	-	32	
16	Blattodea	Blaberidae	Cucaracha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	16	
Total (ind/m²)				288	448	368	264	400	208	160	144	160	176	240	128	256	249



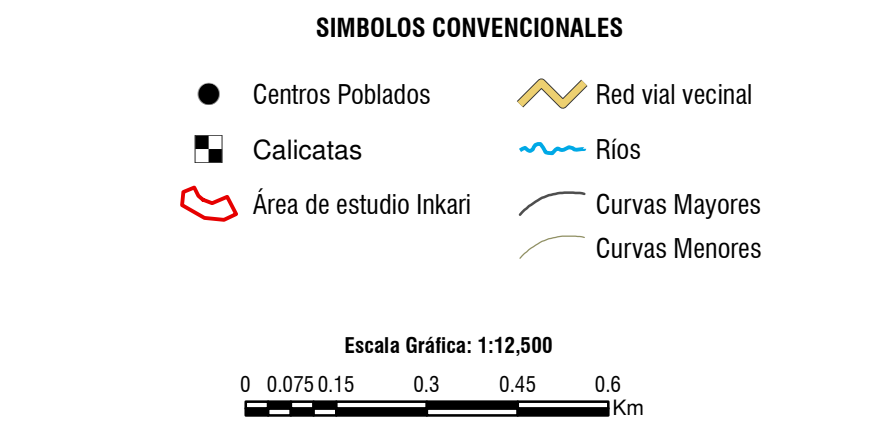
N°	Densidad (ind/m ²)	Rango	Calicatas	Área		Simbología
				ha	%	
1	Baja	< 176	C12, C8, C7, C9, C10	42.03	10.06	
2	Medio	176 - 288	C6, C11, C13, C4, C1	216.09	51.71	
3	Alta	> 288	C3, C5, C2	159.78	38.23	
TOTAL				417.90	100.00	



Calicata	Densidad (ind/m ²)
C1	288
C2	448
C3	368
C4	264
C5	400
C6	208
C7	160
C8	144
C9	160
C10	176
C11	240
C12	128
C13	256



INFORMACIÓN DEL ÁREA DEL SECTOR INKARI				
Área (Ha)	Perímetro (km)	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m)
		Este (m)	Norte (m)	
417.90	11.12	393232.73	8976314.65	648.00



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

TESIS:
 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS, BIOLÓGICAS, Y CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LOS SUELOS DEL SECTOR INKARI – DISTRITO DE LUYANDO

MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE MACROFAUNA DEL SECTOR INKARI

FUENTES: Centros poblados INGE, Límites provincial y distrital, Carta Nacional 19k, Red Vial Nacional y Vecinal, Datos de campo.

PROYECCIÓN Y DATUM: Sistema de Coordenadas Proyectadas: UTM, Datum Horizontal: WGS 1984, Zona o Huso: 18 Sur

ELABORADO: Bach. Isael Jerson Arias Ramos

ASESOR: Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano

FECHA: 28/04/2025

ESCALA NUMÉRICA: 1:12,500

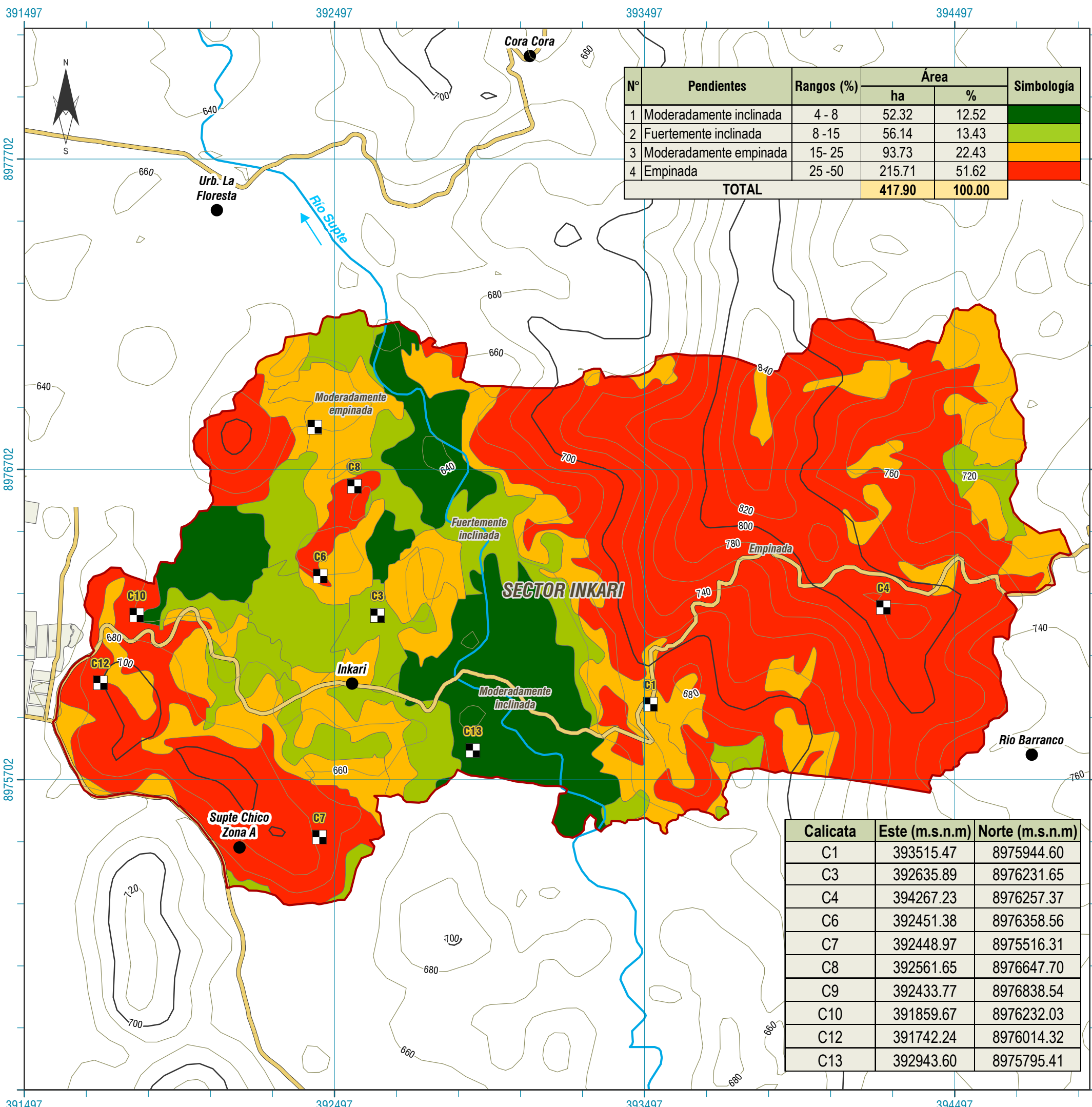
MAPA: Ma-09

8977707

8976707

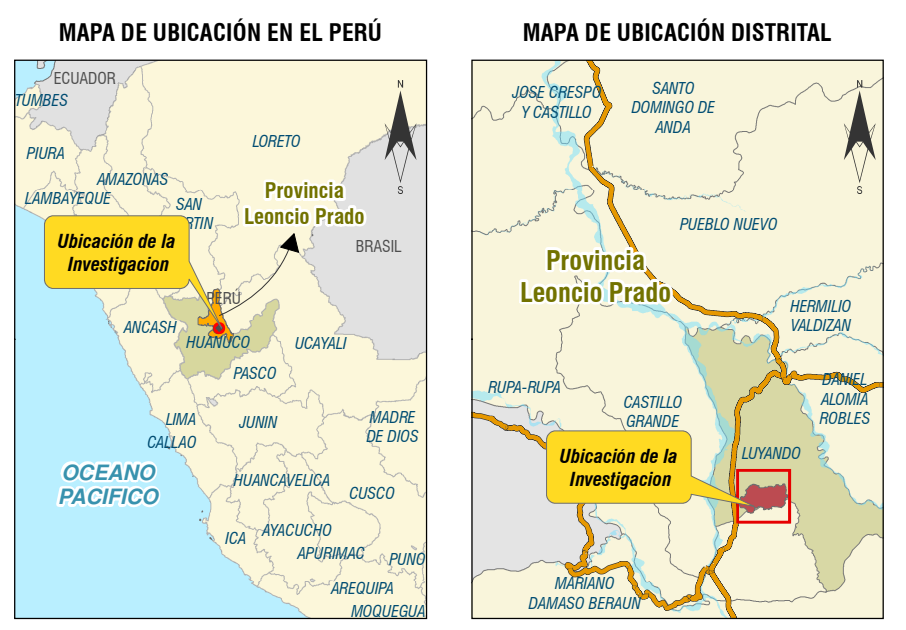
8975707

8974707



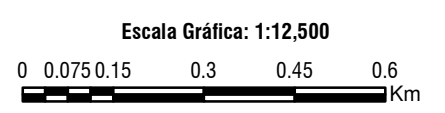
N°	Pendientes	Rangos (%)	Área		Simbología
			ha	%	
1	Moderadamente inclinada	4 - 8	52.32	12.52	
2	Fuertemente inclinada	8 - 15	56.14	13.43	
3	Moderadamente empinada	15 - 25	93.73	22.43	
4	Empinada	25 - 50	215.71	51.62	
TOTAL			417.90	100.00	

Calicata	Este (m.s.n.m)	Norte (m.s.n.m)
C1	393515.47	8975944.60
C3	392635.89	8976231.65
C4	394267.23	8976257.37
C6	392451.38	8976358.56
C7	392448.97	8975516.31
C8	392561.65	8976647.70
C9	392433.77	8976838.54
C10	391859.67	8976232.03
C12	391742.24	8976014.32
C13	392943.60	8975795.41



INFORMACIÓN DEL ÁREA DEL SECTOR INKARI				
Área (Ha)	Perímetro (km)	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m)
		Este (m)	Norte (m)	
417.90	11.12	393232.73	8976314.65	648.00

- SÍMBOLOS CONVENCIONALES**
- Centros Poblados
 - Calicatas
 - Zona urbana
 - Área de estudio Inkari
 - Red vial vecinal
 - Ríos
 - Curvas Mayores
 - Curvas Menores

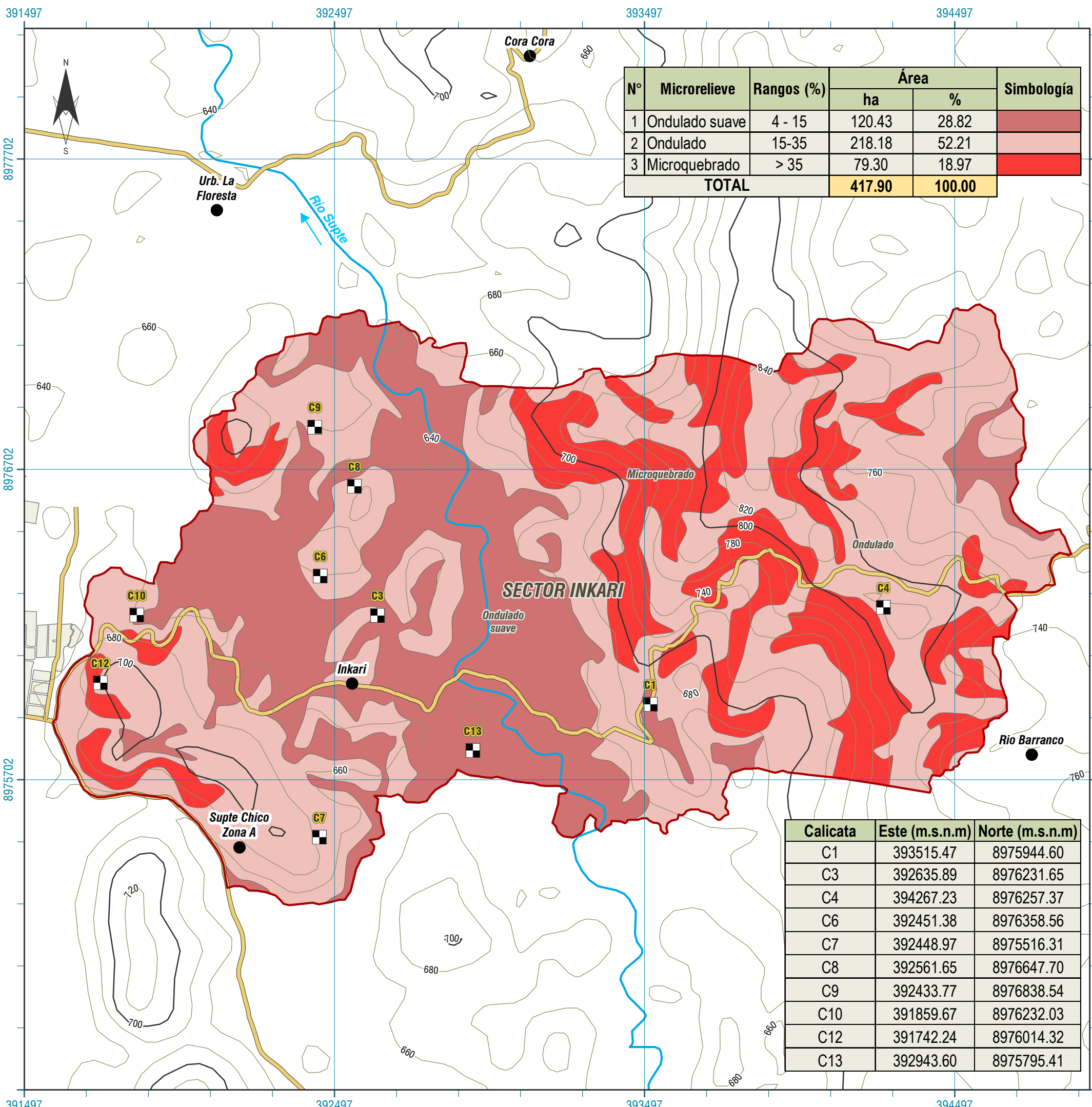


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 FACULTAD DE AGRONOMÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

TESIS:
 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS, BIOLÓGICAS, Y CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LOS SUELOS DEL SECTOR INKARI – DISTRITO DE LUYANDO

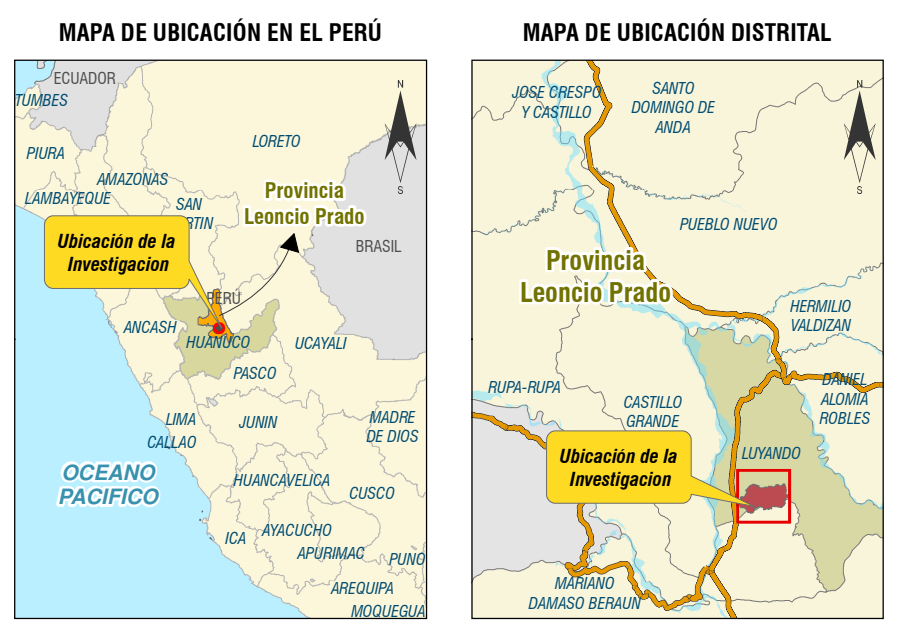
MAPA DE PENDIENTES DEL SECTOR INKARI

FUENTES: Centros poblados INGE Límites provincial y distrital Carta Nacional 19k Red Vial Nacional y Vecinal Datos de campo	PROYECCIÓN Y DATUM: Sistema de Coordenadas Proyectadas: UTM Datum Horizontal: WGS 1984 Zona o Huso: 18 Sur
ELABORADO: Bach. Isael Jerson Arias Ramos	ASESOR: Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano
FECHA: 8/01/2026	ESCALA NUMÉRICA: 1:12,500
MAPA PE-10	



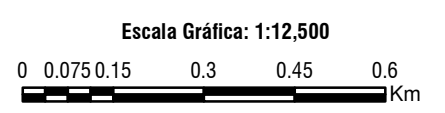
N°	Microrelieve	Rangos (%)	Área		Simbología
			ha	%	
1	Ondulado suave	4 - 15	120.43	28.82	
2	Ondulado	15-35	218.18	52.21	
3	Microquebrado	> 35	79.30	18.97	
TOTAL			417.90	100.00	

Calicata	Este (m.s.n.m)	Norte (m.s.n.m)
C1	393515.47	8975944.60
C3	392635.89	8976231.65
C4	394267.23	8976257.37
C6	392451.38	8976358.56
C7	392448.97	8975516.31
C8	392561.65	8976647.70
C9	392433.77	8976838.54
C10	391859.67	8976232.03
C12	391742.24	8976014.32
C13	392943.60	8975795.41



INFORMACIÓN DEL ÁREA DEL SECTOR INKARI				
Área (Ha)	Perímetro (km)	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m)
		Este (m)	Norte (m)	
417.90	11.12	393232.73	8976314.65	648.00

- SÍMBOLOS CONVENCIONALES**
- Centros Poblados
 - Calicatas
 - ⊕ Zona urbana
 - ⬮ Área de estudio Inkari
 - ⚡ Red vial vecinal
 - 🌊 Ríos
 - Curvas Mayores
 - Curvas Menores



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

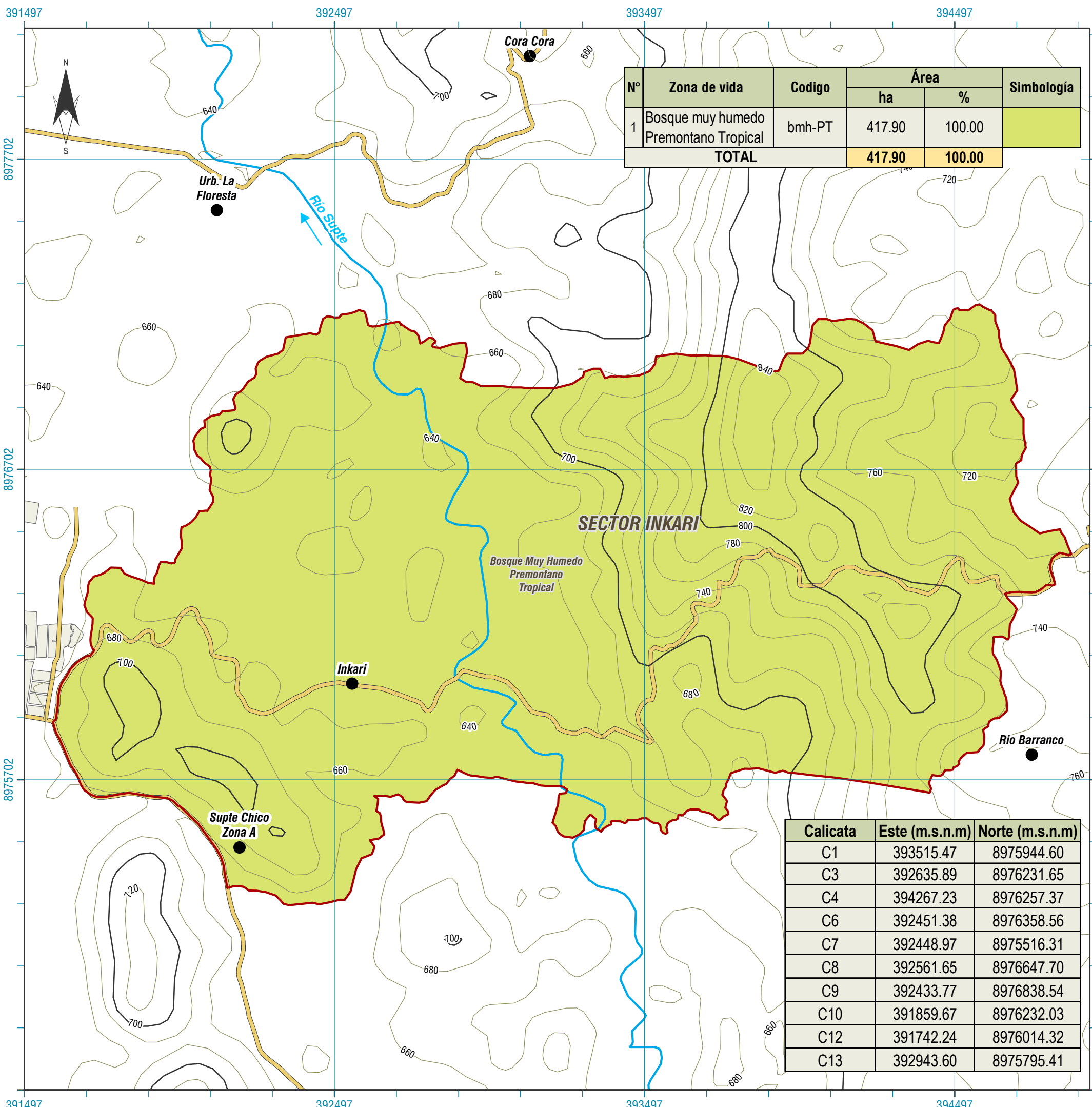
TESIS:
 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS, BIOLÓGICAS, Y CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LOS SUELOS DEL SECTOR INKARI – DISTRITO DE LUYANDO

MAPA DE MICRORELIEVE DEL SECTOR INKARI

FUENTES: Centros poblados INGE Límites provincial y distrital Carta Nacional 19k Red Vial Nacional y Vecinal Datos de campo	PROYECCIÓN Y DATUM: Sistema de Coordenadas Proyectadas: UTM Datum Horizontal: WGS 1984 Zona o Huso: 18 Sur
---	--

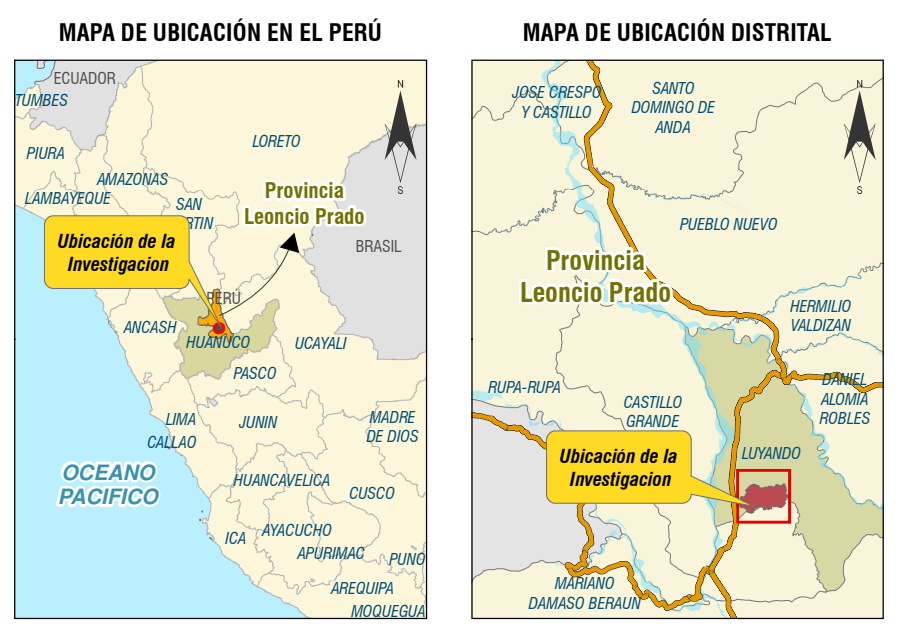
ELABORADO: Bach. Isael Jerson Arias Ramos	ASESOR: Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano
---	--

FECHA: 8/01/2026	ESCALA NUMÉRICA 1:12,500	MAPA MR-11
----------------------------	------------------------------------	----------------------



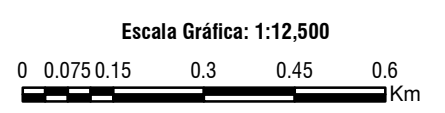
N°	Zona de vida	Codigo	Área		Simbología
			ha	%	
1	Bosque muy humedo Premontano Tropical	bmh-PT	417.90	100.00	
TOTAL			417.90	100.00	

Calicata	Este (m.s.n.m)	Norte (m.s.n.m)
C1	393515.47	8975944.60
C3	392635.89	8976231.65
C4	394267.23	8976257.37
C6	392451.38	8976358.56
C7	392448.97	8975516.31
C8	392561.65	8976647.70
C9	392433.77	8976838.54
C10	391859.67	8976232.03
C12	391742.24	8976014.32
C13	392943.60	8975795.41



INFORMACIÓN DEL ÁREA DEL SECTOR INKARI				
Área (Ha)	Perímetro (km)	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m)
		Este (m)	Norte (m)	
417.90	11.12	393232.73	8976314.65	648.00

- SIMBOLOS CONVENCIONALES**
- Centros Poblados
 - Calicatas
 - ⊕ Zona urbana
 - ⬮ Área de estudio Inkari
 - ⚡ Red vial vecinal
 - 🌊 Ríos
 - Curvas Mayores
 - Curvas Menores



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

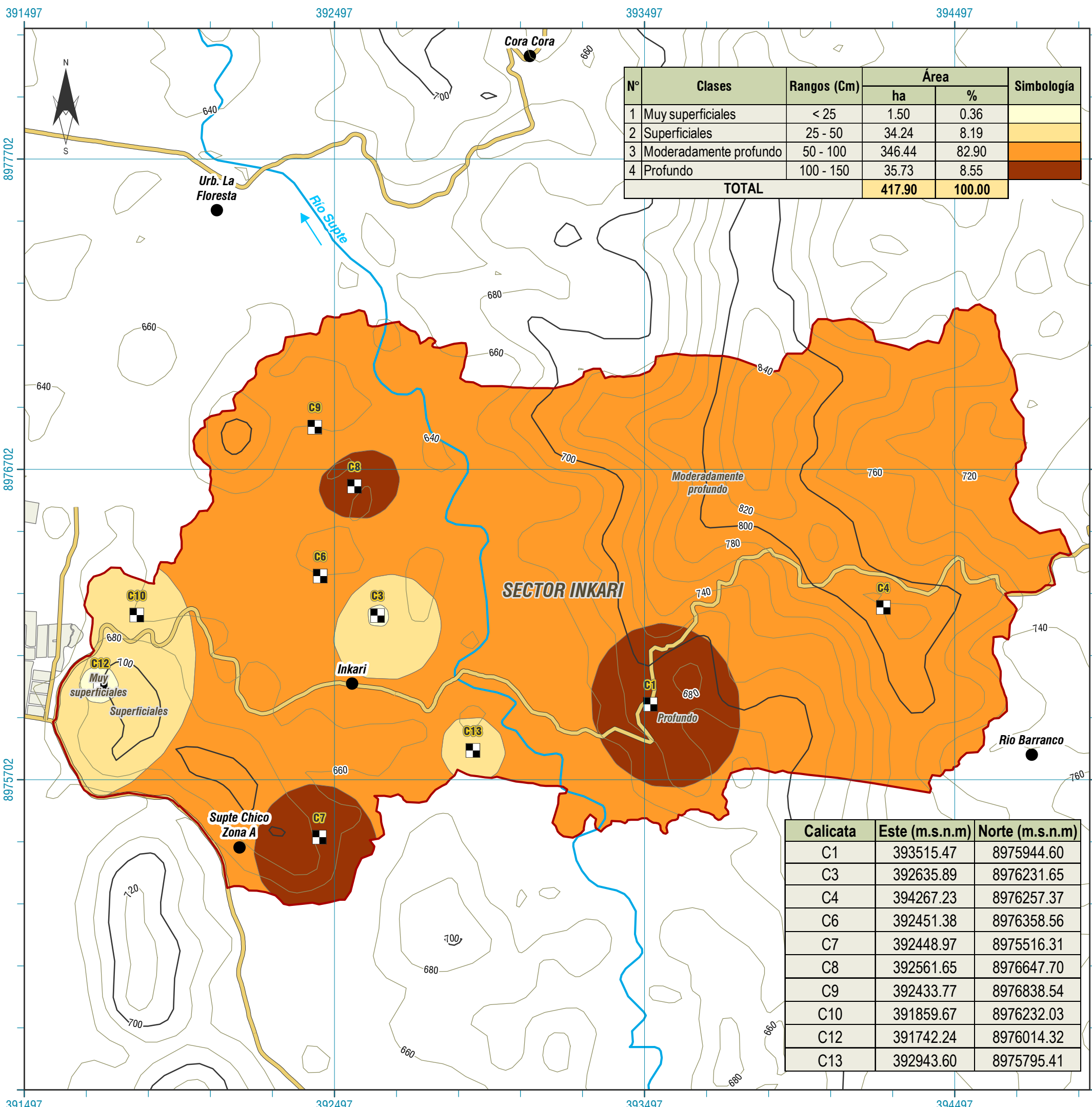
TESIS:
 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS, BIOLÓGICAS, Y CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LOS SUELOS DEL SECTOR INKARI – DISTRITO DE LUYANDO

MAPA ECOLOGICO DEL SECTOR INKARI

FUENTES: Centros poblados INGE Límites provincial y distrital Carta Nacional 19k Red Vial Nacional y Vecinal Datos de campo	PROYECCIÓN Y DATUM: Sistema de Coordenadas Proyectadas: UTM Datum Horizontal: WGS 1984 Zona o Huso: 18 Sur
---	--

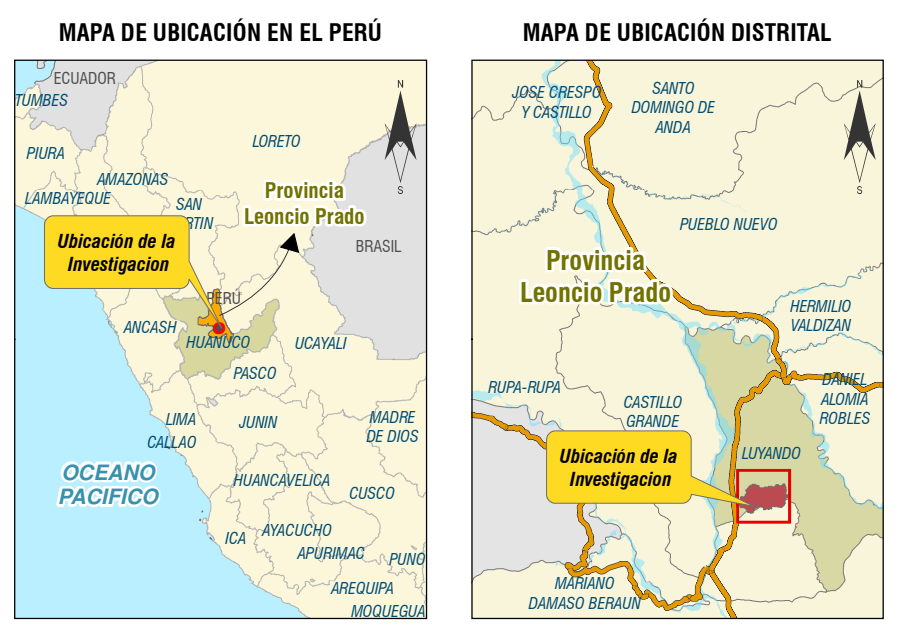
ELABORADO: Bach. Isael Jerson Arias Ramos **ASESOR:** Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano

FECHA: 8/01/2026 **ESCALA NUMÉRICA:** 1:12,500 **MAPA:** EC-12



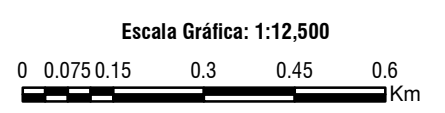
N°	Clases	Rangos (Cm)	Área		Simbología
			ha	%	
1	Muy superficiales	< 25	1.50	0.36	
2	Superficiales	25 - 50	34.24	8.19	
3	Moderadamente profundo	50 - 100	346.44	82.90	
4	Profundo	100 - 150	35.73	8.55	
TOTAL			417.90	100.00	

Calicata	Este (m.s.n.m)	Norte (m.s.n.m)
C1	393515.47	8975944.60
C3	392635.89	8976231.65
C4	394267.23	8976257.37
C6	392451.38	8976358.56
C7	392448.97	8975516.31
C8	392561.65	8976647.70
C9	392433.77	8976838.54
C10	391859.67	8976232.03
C12	391742.24	8976014.32
C13	392943.60	8975795.41



INFORMACIÓN DEL ÁREA DEL SECTOR INKARI				
Área (Ha)	Perímetro (km)	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m)
		Este (m)	Norte (m)	
417.90	11.12	393232.73	8976314.65	648.00

- SIMBOLOS CONVENCIONALES**
- Centros Poblados
 - Calicatas
 - ⊕ Zona urbana
 - ⬮ Área de estudio Inkari
 - ⬮ Red vial vecinal
 - ⬮ Ríos
 - ⬮ Curvas Mayores
 - ⬮ Curvas Menores



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

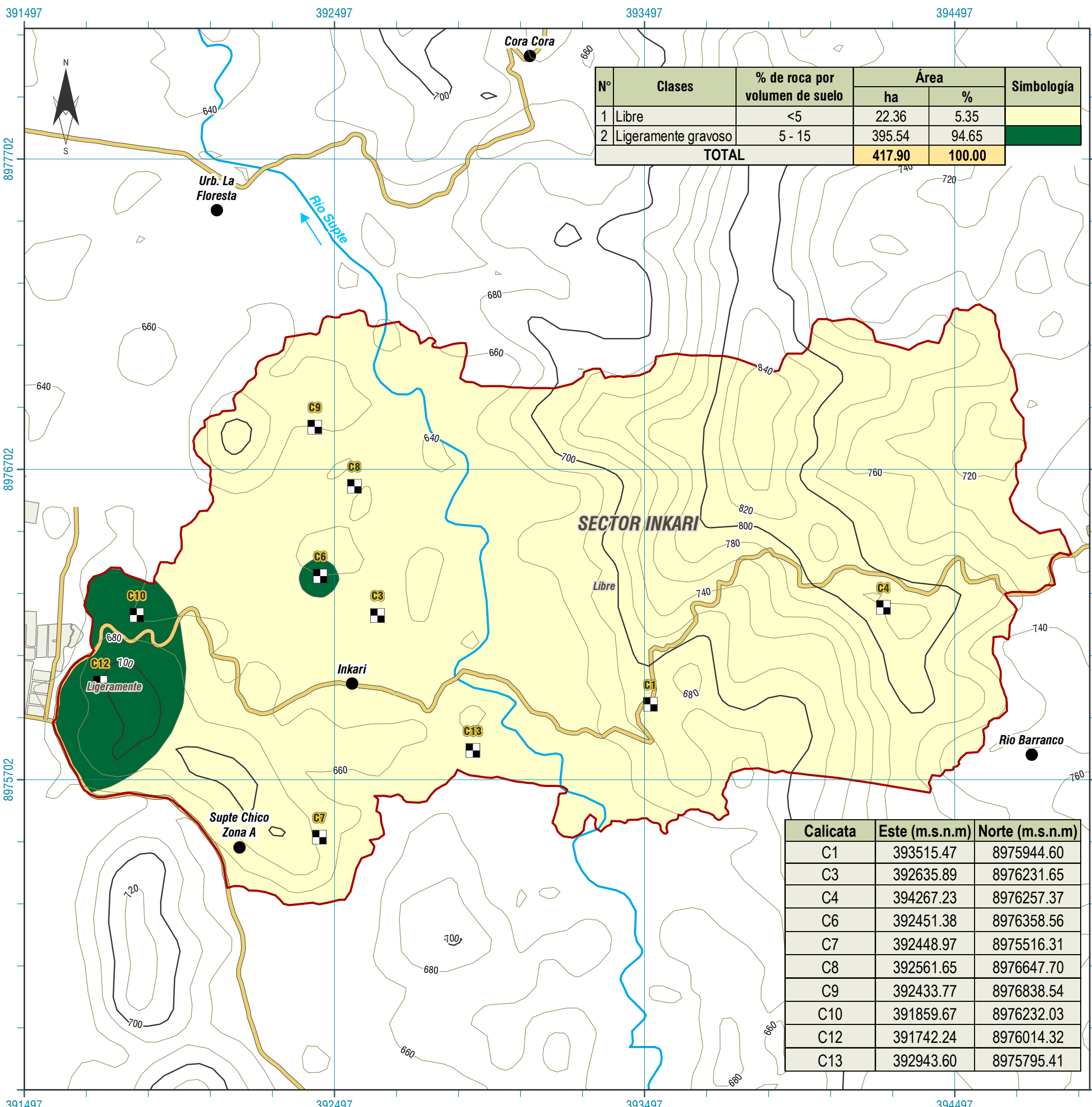
TESIS:
 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS, BIOLÓGICAS, Y CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LOS SUELOS DEL SECTOR INKARI – DISTRITO DE LUYANDO

MAPA DE PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL SECTOR INKARI

FUENTES: Centros poblados INGE Límites provincial y distrital Carta Nacional 19k Red Vial Nacional y Vecinal Datos de campo	PROYECCIÓN Y DATUM: Sistema de Coordenadas Proyectadas: UTM Datum Horizontal: WGS 1984 Zona o Huso: 18 Sur
---	--

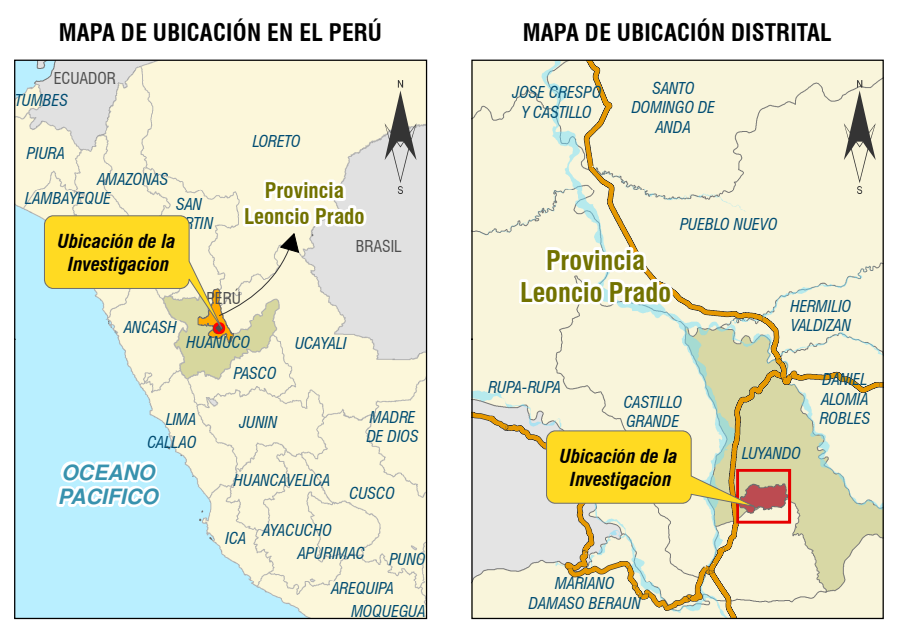
ELABORADO: Bach. Isael Jerson Arias Ramos **ASESOR:** Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano

FECHA: 8/01/2026 **ESCALA NUMÉRICA:** 1:12,500 **MAPA:** PEF-13



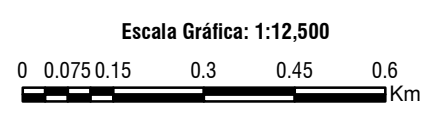
N°	Clases	% de roca por volumen de suelo	Área		Simbología
			ha	%	
1	Libre	<5	22.36	5.35	
2	Ligeramente gravoso	5 - 15	395.54	94.65	
TOTAL			417.90	100.00	

Calicata	Este (m.s.n.m)	Norte (m.s.n.m)
C1	393515.47	8975944.60
C3	392635.89	8976231.65
C4	394267.23	8976257.37
C6	392451.38	8976358.56
C7	392448.97	8975516.31
C8	392561.65	8976647.70
C9	392433.77	8976838.54
C10	391859.67	8976232.03
C12	391742.24	8976014.32
C13	392943.60	8975795.41



INFORMACIÓN DEL ÁREA DEL SECTOR INKARI				
Área (Ha)	Perímetro (km)	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m)
		Este (m)	Norte (m)	
417.90	11.12	393232.73	8976314.65	648.00

- SÍMBOLOS CONVENCIONALES**
- Centros Poblados
 - Calicatas
 - ⊕ Zona urbana
 - ⬮ Área de estudio Inkari
 - ⬮ Red vial vecinal
 - ⬮ Ríos
 - ⬮ Curvas Mayores
 - ⬮ Curvas Menores

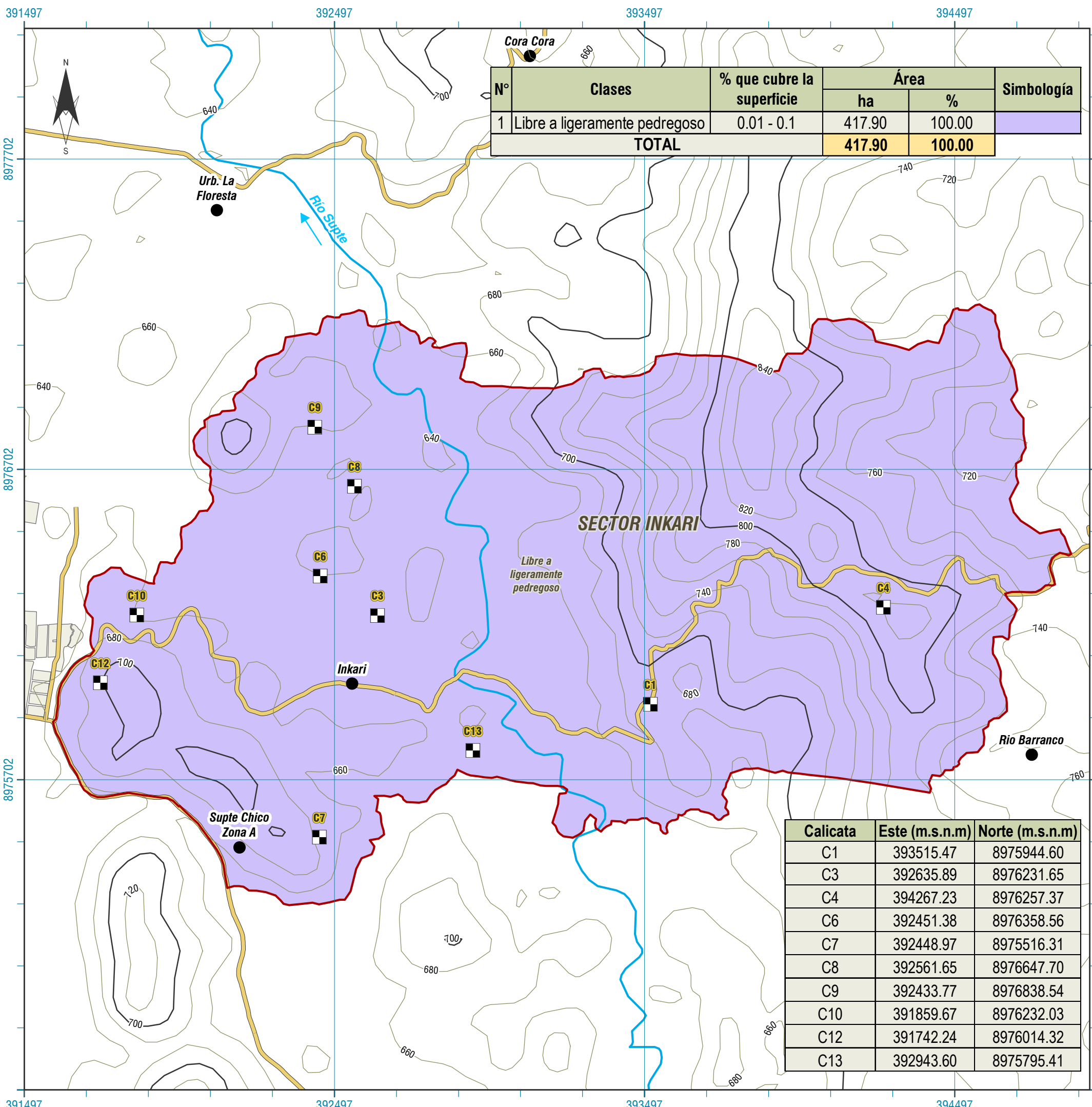


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

TESIS:
 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS, BIOLÓGICAS, Y CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LOS SUELOS DEL SECTOR INKARI – DISTRITO DE LUYANDO

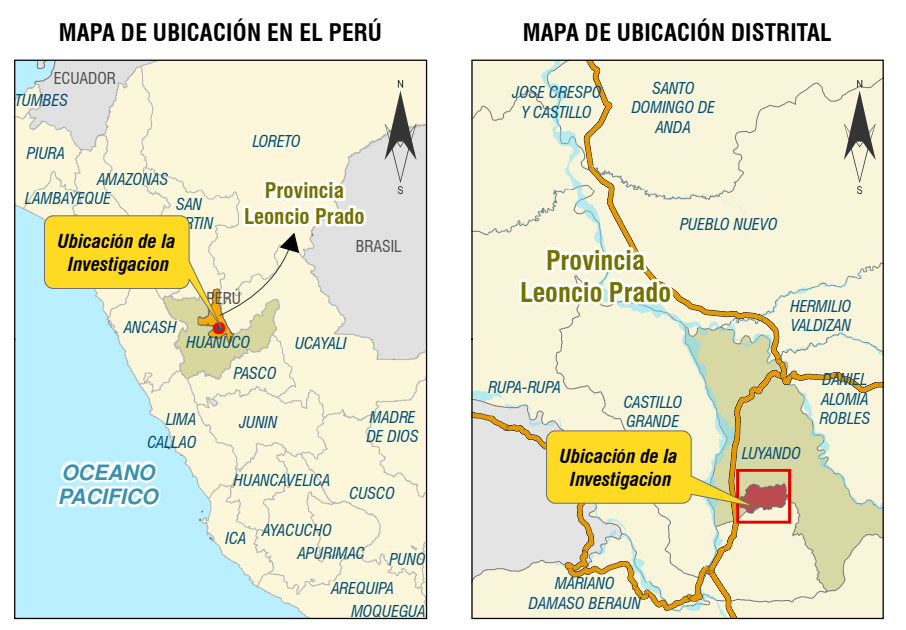
MAPA DE FRAGMENTO ROCOSO DEL SECTOR INKARI

FUENTES: Centros poblados INGE Límites provincial y distrital Carta Nacional 19k Red Vial Nacional y Vecinal Datos de campo	PROYECCIÓN Y DATUM: Sistema de Coordenadas Proyectadas: UTM Datum Horizontal: WGS 1984 Zona o Huso: 18 Sur
ELABORADO: Bach. Isael Jerson Arias Ramos	ASESOR: Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano
FECHA: 8/01/2026	ESCALA NUMÉRICA: 1:12,500
MAPA FRO-14	



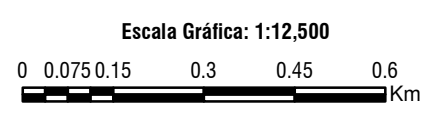
N°	Clases	% que cubre la superficie	Área		Simbología
			ha	%	
1	Libre a ligeramente pedregoso	0.01 - 0.1	417.90	100.00	
TOTAL			417.90	100.00	

Calicata	Este (m.s.n.m)	Norte (m.s.n.m)
C1	393515.47	8975944.60
C3	392635.89	8976231.65
C4	394267.23	8976257.37
C6	392451.38	8976358.56
C7	392448.97	8975516.31
C8	392561.65	8976647.70
C9	392433.77	8976838.54
C10	391859.67	8976232.03
C12	391742.24	8976014.32
C13	392943.60	8975795.41



INFORMACIÓN DEL ÁREA DEL SECTOR INKARI				
Área (Ha)	Perímetro (km)	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m)
		Este (m)	Norte (m)	
417.90	11.12	393232.73	8976314.65	648.00

- SÍMBOLOS CONVENCIONALES**
- Centros Poblados
 - Calicatas
 - ⊕ Zona urbana
 - ⬮ Área de estudio Inkari
 - ⚡ Red vial vecinal
 - 🌊 Ríos
 - ⤵ Curvas Mayores
 - ⤴ Curvas Menores

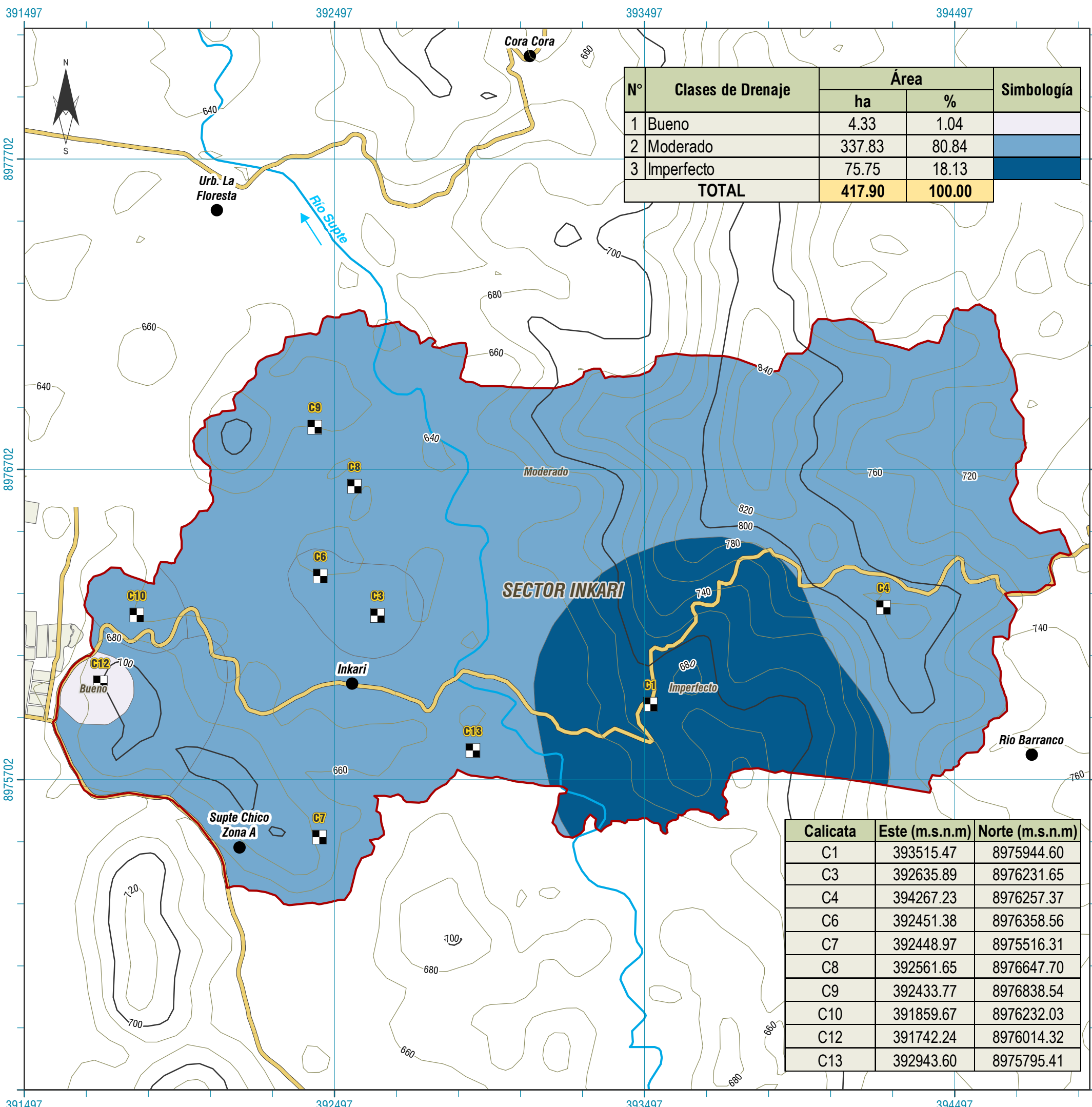


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

TESIS:
 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS, BIOLÓGICAS, Y CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LOS SUELOS DEL SECTOR INKARI – DISTRITO DE LUYANDO

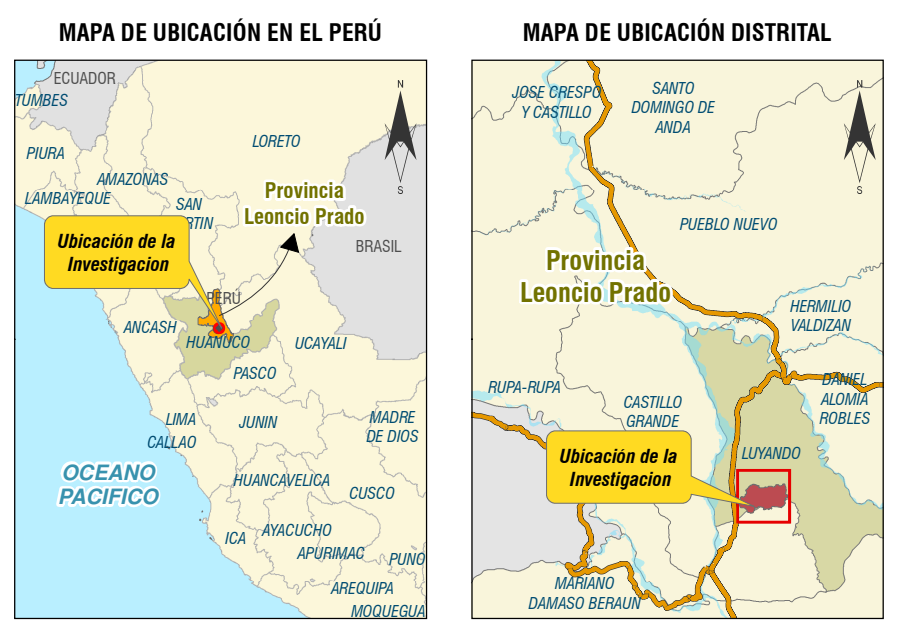
MAPA DE PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL DEL SECTOR INKARI

FUENTES: Centros poblados INGE Límites provincial y distrital Carta Nacional 19k Red Vial Nacional y Vecinal Datos de campo	PROYECCIÓN Y DATUM: Sistema de Coordenadas Proyectadas: UTM Datum Horizontal: WGS 1984 Zona o Huso: 18 Sur
ELABORADO: Bach. Isael Jerson Arias Ramos	ASESOR: Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano
FECHA: 8/01/2026	ESCALA NUMÉRICA: 1:12,500
MAPA PS-15	



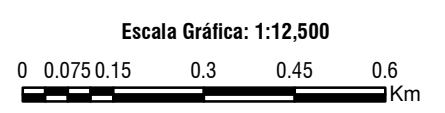
N°	Clases de Drenaje	Área		Simbología
		ha	%	
1	Bueno	4.33	1.04	
2	Moderado	337.83	80.84	
3	Imperfecto	75.75	18.13	
TOTAL		417.90	100.00	

Calicata	Este (m.s.n.m)	Norte (m.s.n.m)
C1	393515.47	8975944.60
C3	392635.89	8976231.65
C4	394267.23	8976257.37
C6	392451.38	8976358.56
C7	392448.97	8975516.31
C8	392561.65	8976647.70
C9	392433.77	8976838.54
C10	391859.67	8976232.03
C12	391742.24	8976014.32
C13	392943.60	8975795.41



INFORMACIÓN DEL ÁREA DEL SECTOR INKARI				
Área (Ha)	Perímetro (km)	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m)
		Este (m)	Norte (m)	
417.90	11.12	393232.73	8976314.65	648.00

- SÍMBOLOS CONVENCIONALES**
- Centros Poblados
 - Calicatas
 - ⊕ Zona urbana
 - ⬮ Área de estudio Inkari
 - ⬮ Red vial vecinal
 - ⬮ Ríos
 - ⬮ Curvas Mayores
 - ⬮ Curvas Menores



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

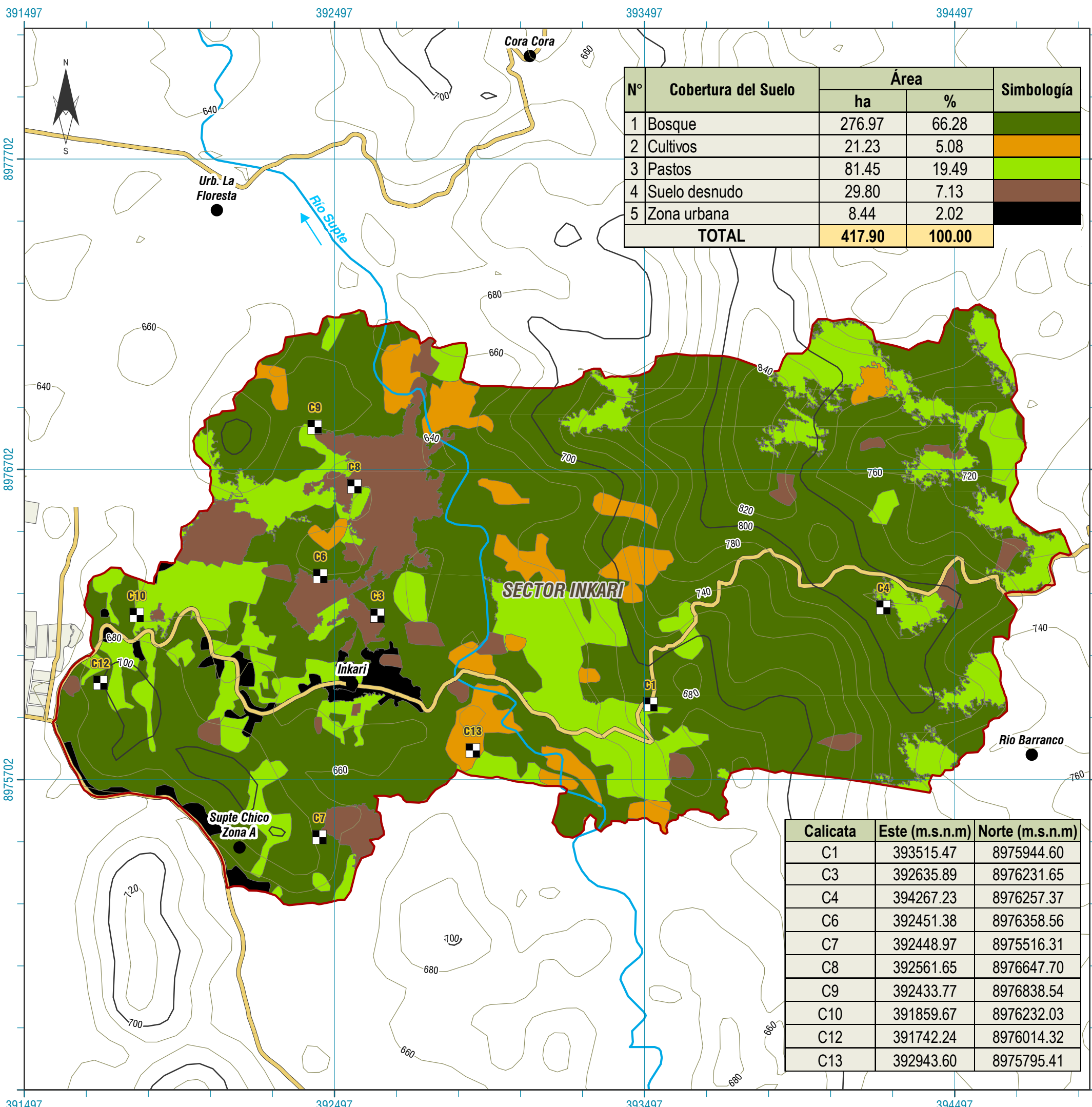
TESIS:
 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS, BIOLÓGICAS, Y CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LOS SUELOS DEL SECTOR INKARI – DISTRITO DE LUYANDO

MAPA DE DRENAJE DEL SECTOR INKARI

FUENTES: Centros poblados INGE Límites provincial y distrital Carta Nacional 19k Red Vial Nacional y Vecinal Datos de campo	PROYECCIÓN Y DATUM: Sistema de Coordenadas Proyectadas: UTM Datum Horizontal: WGS 1984 Zona o Huso: 18 Sur
---	--

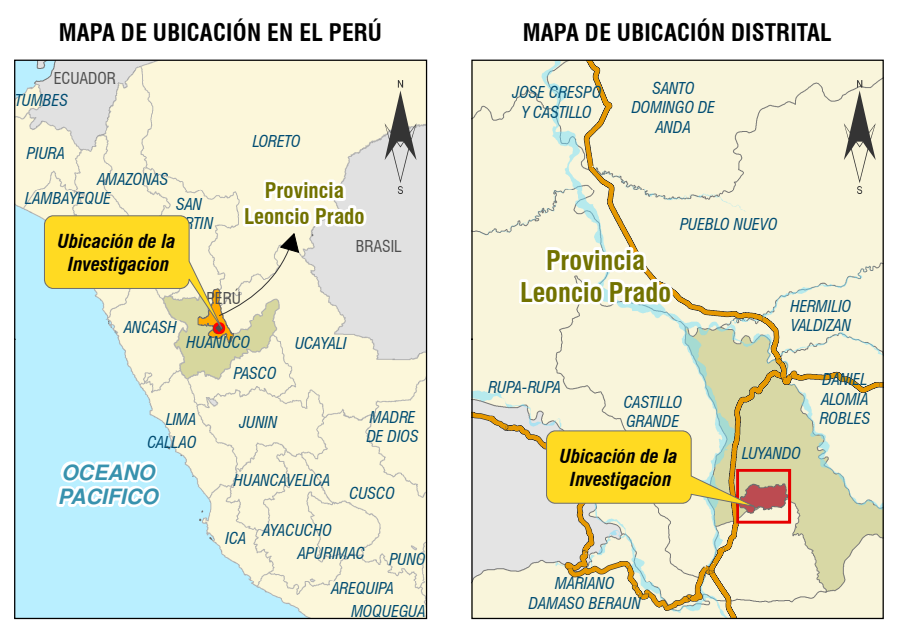
ELABORADO: Bach. Isael Jerson Arias Ramos **ASESOR:** Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano

FECHA: 8/01/2026 **ESCALA NUMÉRICA:** 1:12,500 **MAPA:** DR-16



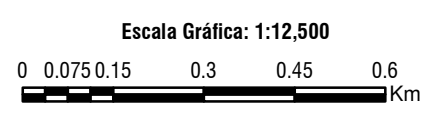
N°	Cobertura del Suelo	Área		Simbología
		ha	%	
1	Bosque	276.97	66.28	
2	Cultivos	21.23	5.08	
3	Pastos	81.45	19.49	
4	Suelo desnudo	29.80	7.13	
5	Zona urbana	8.44	2.02	
TOTAL		417.90	100.00	

Calicata	Este (m.s.n.m)	Norte (m.s.n.m)
C1	393515.47	8975944.60
C3	392635.89	8976231.65
C4	394267.23	8976257.37
C6	392451.38	8976358.56
C7	392448.97	8975516.31
C8	392561.65	8976647.70
C9	392433.77	8976838.54
C10	391859.67	8976232.03
C12	391742.24	8976014.32
C13	392943.60	8975795.41



INFORMACIÓN DEL ÁREA DEL SECTOR INKARI				
Área (Ha)	Perímetro (km)	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m)
		Este (m)	Norte (m)	
417.90	11.12	393232.73	8976314.65	648.00

- SÍMBOLOS CONVENCIONALES**
- Centros Poblados
 - Calicatas
 - Zona urbana
 - Área de estudio Inkari
 - Red vial vecinal
 - Ríos
 - Curvas Mayores
 - Curvas Menores

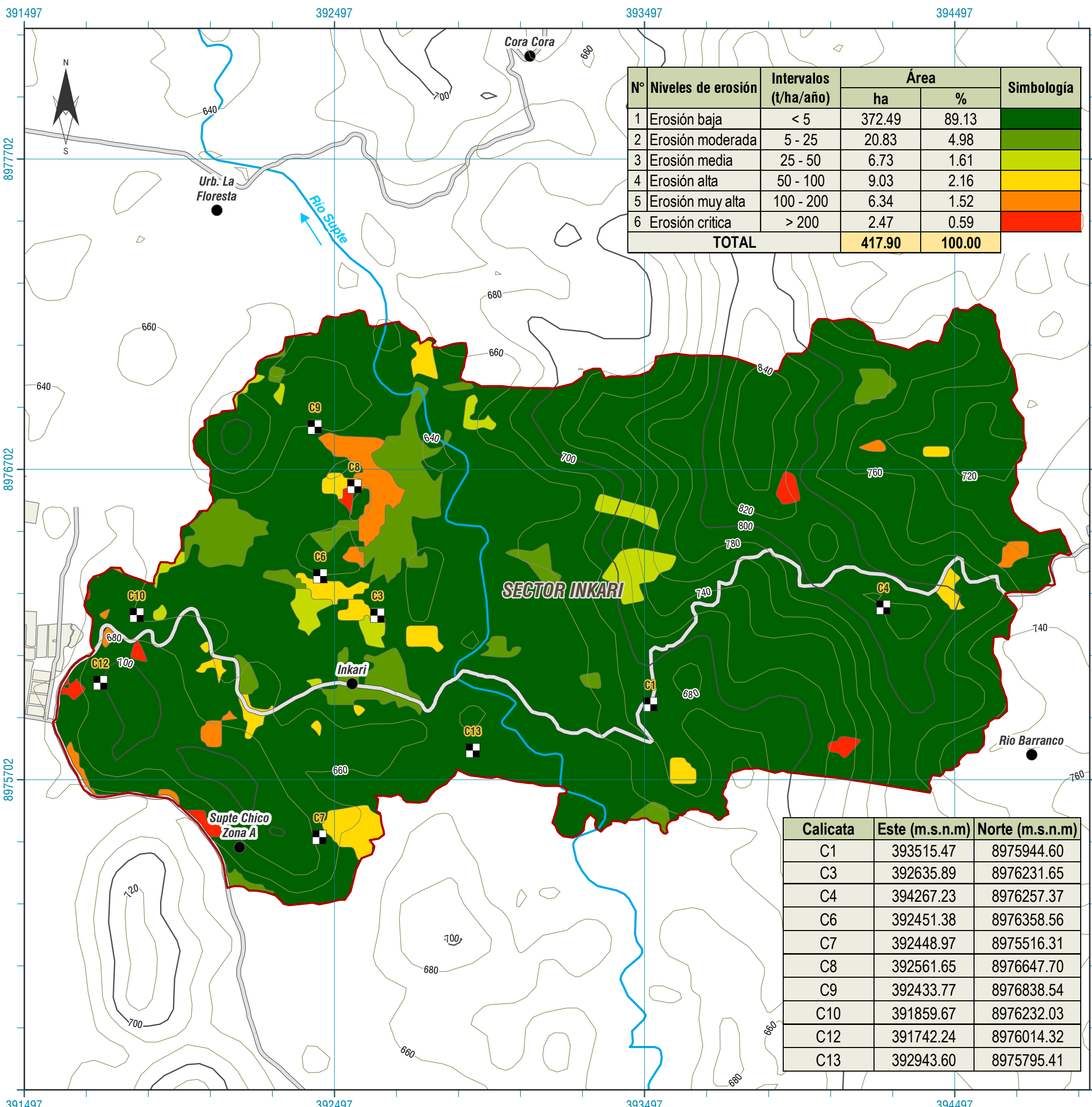


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 FACULTAD DE AGRONOMÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

TESIS:
 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS, BIOLÓGICAS, Y CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LOS SUELOS DEL SECTOR INKARI – DISTRITO DE LUYANDO

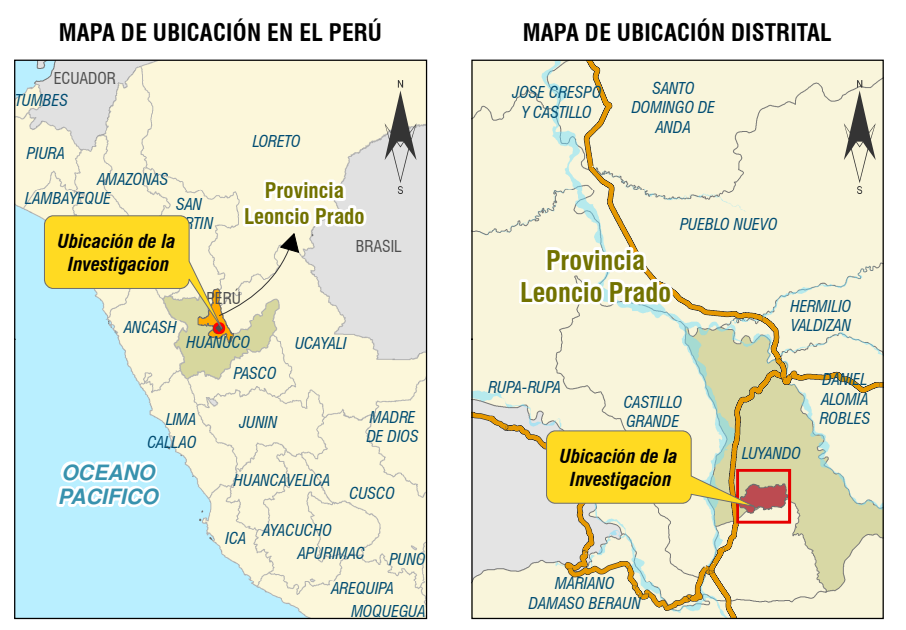
MAPA DE COBERTURA DEL SUELO DEL SECTOR INKARI

FUENTES: Centros poblados INGE Límites provincial y distrital Carta Nacional 19k Red Vial Nacional y Vecinal Datos de campo	PROYECCIÓN Y DATUM: Sistema de Coordenadas Proyectadas: UTM Datum Horizontal: WGS 1984 Zona o Huso: 18 Sur
ELABORADO: Bach. Isael Jerson Arias Ramos	ASESOR: Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano
FECHA: 8/01/2026	ESCALA NUMÉRICA: 1:12,500
MAPA CS-17	



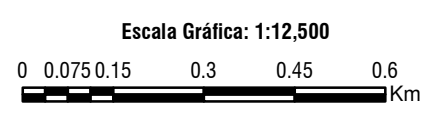
N° Niveles de erosión	Intervalos (t/ha/año)	Área		Simbología
		ha	%	
1 Erosión baja	< 5	372.49	89.13	
2 Erosión moderada	5 - 25	20.83	4.98	
3 Erosión media	25 - 50	6.73	1.61	
4 Erosión alta	50 - 100	9.03	2.16	
5 Erosión muy alta	100 - 200	6.34	1.52	
6 Erosión crítica	> 200	2.47	0.59	
TOTAL		417.90	100.00	

Calicata	Este (m.s.n.m)	Norte (m.s.n.m)
C1	393515.47	8975944.60
C3	392635.89	8976231.65
C4	394267.23	8976257.37
C6	392451.38	8976358.56
C7	392448.97	8975516.31
C8	392561.65	8976647.70
C9	392433.77	8976838.54
C10	391859.67	8976232.03
C12	391742.24	8976014.32
C13	392943.60	8975795.41



INFORMACIÓN DEL ÁREA DEL SECTOR INKARI				
Área (Ha)	Perímetro (km)	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m)
		Este (m)	Norte (m)	
417.90	11.12	393232.73	8976314.65	648.00

- SÍMBOLOS CONVENCIONALES**
- Centros Poblados
 - ◻ Calicatas
 - ⊕ Zona urbana
 - ⬮ Área de estudio Inkari
 - ⚡ Red vial vecinal
 - 🌊 Ríos
 - ⤵ Curvas Mayores
 - ⤴ Curvas Menores



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

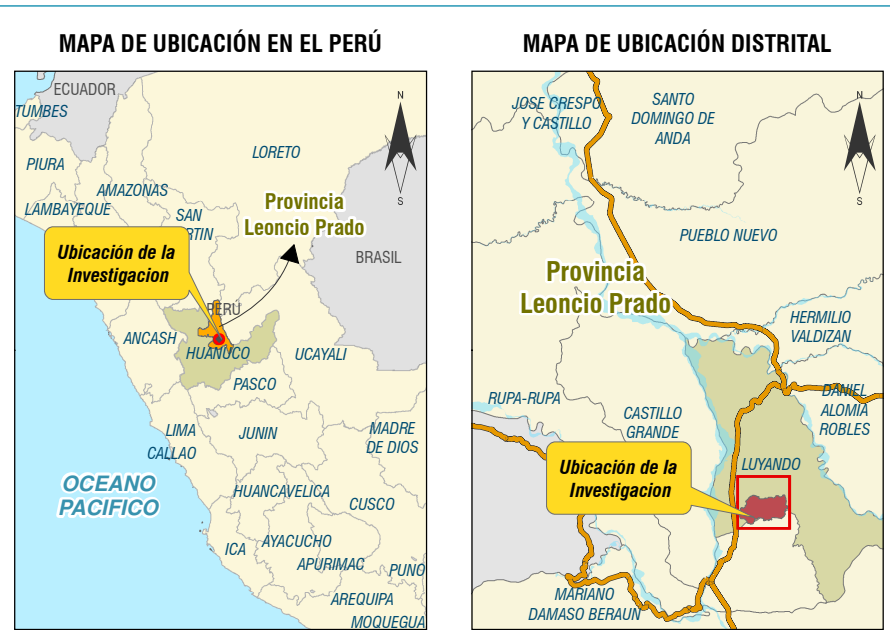
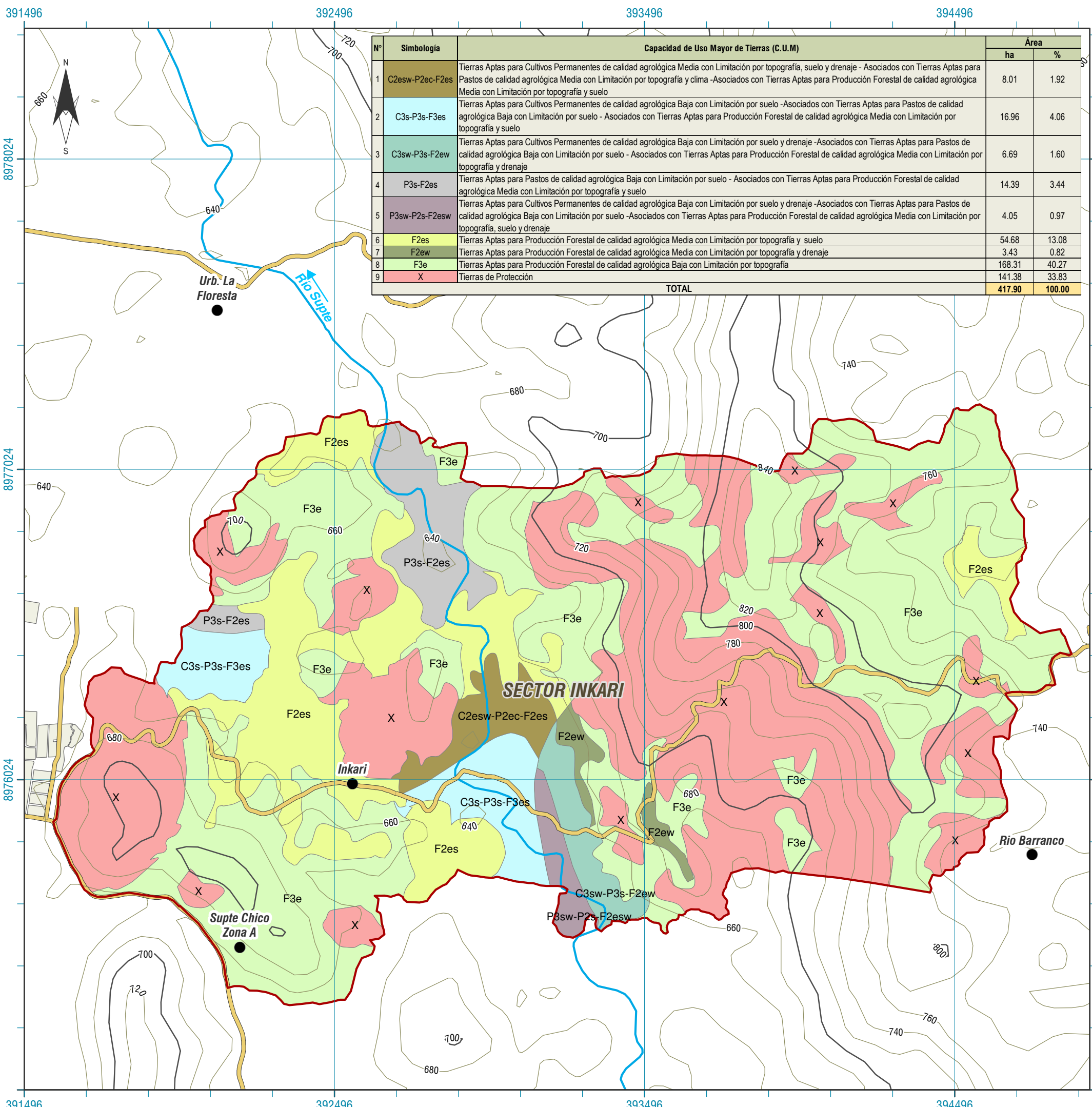
TESIS:
 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS, BIOLÓGICAS, Y CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LOS SUELOS DEL SECTOR INKARI – DISTRITO DE LUYANDO

MAPA DE EROSIÓN DEL SECTOR INKARI

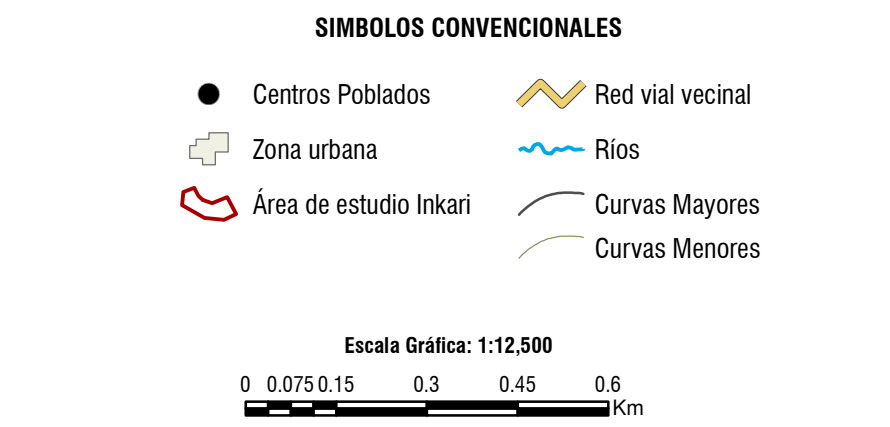
FUENTES: Centros poblados INGE Límites provincial y distrital Carta Nacional 19k Red Vial Nacional y Vecinal Datos de campo	PROYECCIÓN Y DATUM: Sistema de Coordenadas Proyectadas: UTM Datum Horizontal: WGS 1984 Zona o Huso: 18 Sur
---	--

ELABORADO: Bach. Isael Jerson Arias Ramos	ASESOR: Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano
---	--

FECHA: 19/01/2025	ESCALA NUMÉRICA: 1:12,500	MAPA: ER-18
-----------------------------	-------------------------------------	-----------------------



INFORMACIÓN DEL ÁREA DEL SECTOR INKARI				
Área (Ha)	Perímetro (km)	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m)
		Este (m)	Norte (m)	
417.90	11.12	393232.73	8976314.65	648.00



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

TESIS:
 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS, BIOLÓGICAS, Y CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LOS SUELOS DEL SECTOR INKARI – DISTRITO DE LUYANDO

MAPA DE CAPACIDAD DE USO MAYOR DE TIERRAS - SECTOR INKARI

FUENTES: Centros poblados INGE Límites provincial y distrital Carta Nacional 19k Red Vial Nacional y Vecinal Datos de campo	PROYECCIÓN Y DATUM: Sistema de Coordenadas Proyectadas: UTM Datum Horizontal: WGS 1984 Zona o Huso: 18 Sur
---	--

ELABORADO: Bach. Isael Jerson Arias Ramos **ASESOR:** Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano

FECHA: 28/05/2025	ESCALA NUMÉRICA: 1:12,500	MAPA: CUM-19
-----------------------------	-------------------------------------	------------------------