

**DISEÑO DEL MANUAL DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS Y DE LABORATORIOS
PARA EL RECURSO SUELO EN EL PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y
SANITARIA**



AUTOR

ELUAN FABIAN BLANCO PALOMINO

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

VALLEDUPAR – CESAR

2024

**DISEÑO DEL MANUAL DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS Y DE LABORATORIOS
PARA EL RECURSO SUELO EN EL PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y
SANITARIA**

AUTOR

ELUAN FABIAN BLANCO PALOMINO

DIRECTOR

LUIS CARLOS DIAZ MUEGUE

DOCTOR EN INGENIERÍAS

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

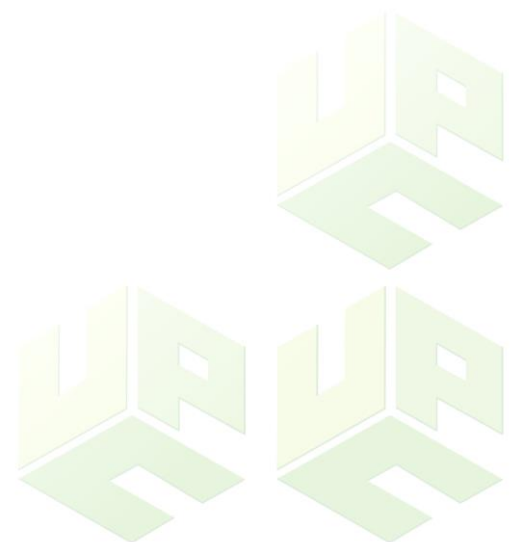
VALLEDUPAR – CESAR

2024

DEDICATORIA

Expreso mi profundo amor a Dios por haberme brindado el regalo invaluable de contar con una familia excepcional, quienes siempre han confiado en mí y han sido ejemplos vivos de superación, humildad y sacrificio. A ellos va dedicado este trabajo como testimonio de mi cariño y reconocimiento. A mis queridos padres, pilares fundamentales en mi vida, cuyo inquebrantable apoyo ha sido vital en cada logro alcanzado, les agradezco de todo corazón. Su amor y guía han sido mi mayor motivación. Que este trabajo refleje fielmente todo lo que he aprendido a valorar gracias a ellos. ¡Gracias por ser mi mayor inspiración!

Eluan Fabian Blanco Palomino



AGRADECIMIENTOS

Ya finalizo esta etapa en mi vida, quiero expresar mi profundo agradecimiento a Dios por permitirme culminar esta meta tan importante para mí. Su amor y guía han sido fundamentales en este camino.

A mis padres, Elizabeth María Blanco Palomino y José Aristóteles Barreto Muegues, les debo todo. Han sido mi motor para salir adelante y mi mayor orgullo. Cada logro que alcanzo es gracias a su amor incondicional y dedicación. Gracias por creer en mí y por ser mi fuente inagotable de inspiración.

A mis queridos hermanos, quienes han estado a mi lado en cada paso de este camino, les agradezco su apoyo incondicional y su amor constante. Su presencia ha sido fundamental en mi desarrollo personal y profesional.

A toda mi familia, quienes siempre confiaron en mí y en mis capacidades, les estoy profundamente agradecido. Su apoyo incondicional ha sido un gran impulso en los momentos más desafiantes. Gracias por creer en mí y por acompañarme en este viaje.

A mis compañeros de carrera, quienes han compartido conmigo esta increíble aventura, les agradezco por cada aporte a mi persona. Sus enseñanzas y compañerismo han sido invaluable en mi formación como profesional.

Y a ti, querida abuela Ana Emilia Palomino Palencia, gracias por tu amor y apoyo constante. Pronto tendrás a tu ingeniero oficial.

Ingeniero Luis Carlos Díaz Muegue, agradecido con usted, su compromiso y apoyo fueron fundamentales en mi camino hacia la culminación de esta etapa. Gracias por creer en mí y por su invaluable contribución a mi crecimiento académico.

En este momento de celebración y gratitud, reafirmo mi compromiso de seguir superándome cada día. Estoy lleno de alegría y emoción al culminar esta etapa, sabiendo que cuento con el amor y el apoyo incondicional de todos ustedes.

Con cariño,



Eluan Fabian Blanco Palomino

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	9
1. SITUACIÓN PROBLEMA	10
2. JUSTIFICACIÓN	11
3. OBJETIVOS	12
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	12
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
4. MARCO REFERENCIAL.....	13
4.1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	13
4.1.1. Información Básica	13
4.1.2. Misión Empresarial.....	15
4.1.3. Visión Empresarial	15
4.1.4. Política De Calidad	15
4.1.5. Valores Corporativos	15
4.1.6. Objetivos Institucionales De Investigación.....	17
4.1.7. Estructura Organizacional.....	18
4.2. MARCO CONTEXTUAL	20
4.3. MARCO CONCEPTUAL	21
4.4. MARCO LEGAL.....	22
5. ASPECTOS METODOLÓGICOS	23
5.1. CAMPO DE APLICACIÓN	23
5.2. FUNCIONES ESPECÍFICAS A DESARROLLAR	23
5.3. PERFIL DEL SUPERVISOR ASIGNADO	24
5.4. DESARROLLO METODOLÓGICO	25
6. PRODUCTOS Y RESULTADOS	27

6.1. INVENTARIO VALORATIVO Y DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS INSTRUMENTOS, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS CON LOS QUE CUENTA EL LABORATORIO DE SUELO DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA.....	27
6.1.1. Lista de inventario Elementos, Instrumentos, Herramientas y Equipos (EIHE).....	27
6.1.2. Valoración Técnica de los EIHE.....	32
6.2. ESTABLECIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES PRÁCTICAS Y ACADÉMICAS QUE SE PUEDEN DESARROLLAR CON LOS ELEMENTOS, INSTRUMENTOS, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS EN EL MARCO DEL FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD DE USO DEL LABORATORIO DE SUELOS DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA.	35
6.2.1. Definición de Actividades de Laboratorio.....	35
6.2.2. Definición de Actividades Alternativas.....	49
6.3. FORMULACIÓN DE PRÁCTICAS DE MEJORA Y USO EN LA TRANSVERSALIDAD Y VINCULACIÓN ACADÉMICA DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA, PARA CON EL LABORATORIO DE SUELOS EN LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR.....	63
6.3.1. Recomendaciones de Dotación del Laboratorio.....	63
6.3.2. Recomendaciones de Aplicaciones Transversales.....	65
7. CONCLUSIONES.....	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
ANEXOS.....	73



LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Organigrama y estructura organizacional de la Universidad Popular del Cesar.....	19
Figura 2. Localización de la Universidad Popular del Cesar	20
Figura 3. Valoración Técnica con base a los objetivos del Laboratorio de Suelos	34
Figura 4. Picadora Industrial y Molino de Laboratorio	36
Figura 5. Báscula de alta precisión para medición en gramos	37
Figura 6. Experimentos realizados con medidores de pH y Conductímetros.	39
Figura 7. Diagrama de Plasticidad de Casagrande para el SUCS	52
Figura 8. Clasificación General de los suelos con el método de las Unidades Cartográficas de la FAO-UNESCO de América del Sur	57
Figura 9. Clasificación específica de los suelos con el método de las Unidades Cartográficas de la FAO-UNESCO de la Región Caribe colombiana y parte de Venezuela	58
Figura 10. Carta A (Norte) de los suelos específicos de América del Sur.....	60
Figura 11. Carta B (Sur) de los suelos específicos de América del Sur.....	61
Figura 12. Nomenclaturas, Convenciones y Leyendas de las Unidades Cartográficas del Suelo correspondientes a América del Sur.....	62

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Información Básica de la Empresa	13
Tabla 2. Aspectos legales relacionados a la temática principal de este informe de prácticas	22
Tabla 3. Perfil del supervisor asignado para la práctica académica y profesional	24
Tabla 4. Planificación metodológica para el desarrollo de la práctica	25
Tabla 5. Registro Fotográfico descriptivo del Inventario Realizado	27
Tabla 6. Caracterización de Equipos del Laboratorio de Suelos	28
Tabla 7. Caracterización de Herramientas del Laboratorio de Suelos	29
Tabla 8. Caracterización de Instrumentos del Laboratorio de Suelos	29
Tabla 9. Registro Fotográfico de los equipos con deficiencias	32
Tabla 10. Resumen del estado en requerimientos de equipos, herramientas e instrumentos.	48
Tabla 11. Descripción Estándar de las Variables del Método SUCS.....	49
Tabla 12. Tabla de Clasificación	50
Tabla 13. Clasificación de suelos y mezclas suelo-agregados del sistema AASHTO	54

INTRODUCCIÓN

El laboratorio de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad Popular del Cesar enfrenta una situación problemática debido a la insuficiencia de recursos materiales, lo que impacta negativamente en el desarrollo de prácticas académicas, particularmente en el estudio del suelo. Esta limitación se ve agravada por la ausencia de un manual específico para prácticas de laboratorio en suelos, lo que conduce a una formación académica incompleta y a una preparación insuficiente en métodos de medición ambiental relacionados con el suelo.

Para superar estos desafíos, se propuso el diseño de un Manual de Prácticas Académicas y de Laboratorio enfocado en el recurso suelo. Este manual tuvo como objetivo general proporcionar lineamientos claros y prácticos, adaptados a los recursos disponibles en el programa. Se plantean objetivos específicos como realizar un inventario detallado de los equipos, herramientas e instrumentos existentes, definir actividades prácticas y académicas relevantes, y formular prácticas de mejora y uso transversal para los estudiantes.

Los métodos abordados en complemento a los aspectos teóricos de fondo se basaron en los criterios de calidad de la ISO 9001:2015 y en técnicas de clasificación del suelo de estándares internacionales como ISO 17025, FAO-UNESCO, ASTM, AASHTO, USC y UCS del USDA. Estos métodos mejorarán las prácticas de laboratorio y proporcionarán una comprensión profunda de los sistemas de clasificación de suelos.

Con este manual práctico se espera que mejore significativamente la calidad de la enseñanza y el aprendizaje en el laboratorio de suelos, y prepare a los estudiantes para enfrentar desafíos medioambientales con habilidades prácticas y conocimientos actualizados.

1. SITUACIÓN PROBLEMA

El laboratorio de Ingeniería Ambiental y Sanitaria se encuentra limitado a recursos materiales que por veces impide el buen desarrollo de las prácticas académicas de aprendizaje, fundamentalmente en el recurso suelos, quizá la carencia de algunos instrumentos de herramientas, instrumentos y equipos pueden ser una dificultad primordial, pero también lo puede ser la relevancia no abordada, el cambio de prioridades académicas y la dependencia a materiales documentales genéricos, que no se adaptan a las necesidades y expectativas de los elementos tanto humanos como logísticos que inmiscuyen en los procesos de laboratorio.

Por concerniente, la falta de un manual específico para las prácticas de laboratorio en el recurso suelo conduce a una formación académica incompleta, sin instrucciones claras, los estudiantes se enfrentan a desafíos al abordar estudios del suelo de manera efectiva y sostenible, la carencia de una guía detallada limita el uso de recursos y la calidad del aprendizaje práctico, y omite la enseñanza de prácticas sostenibles y cuidado medioambiental, esenciales en esta disciplina (Espinosa, et. Al, 2016).

Además, la ausencia de materiales específicos se traduce en una limitación de recursos y en una visión restringida del aprendizaje práctico, la dependencia de documentos genéricos y la falta de adaptación a necesidades específicas del laboratorio en suelos llevan a un aprendizaje superficial, esto impide que los estudiantes desarrollen habilidades prácticas en manejo sostenible y conservación del suelo, claves en la ingeniería ambiental y sanitaria.

La poca preparación en materia de práctica de laboratorio con suelos desarmoniza el profesional egresado, puesto que enfrentan desafíos que abarcan desde la interpretación adecuada de datos del suelo hasta la aplicación correcta de técnicas de muestreo y análisis, y la falta de experiencia práctica puede llevar a dificultades en la evaluación precisa de la calidad del suelo, la identificación de contaminantes y la comprensión de los complejos procesos bioquímicos que afectan la salud del suelo. Este vacío limita su capacidad para realizar intervenciones ambientales significativas, y también puede afectar su competitividad en el mercado laboral, donde se valora cada vez más la capacidad para llevar a cabo evaluaciones del suelo precisas y sostenibles.

2. JUSTIFICACIÓN

Aunque existe un espacio físico concreto, la enseñanza en las prácticas académicas en laboratorio de suelos debe ser un proceso educativo que facilite al docente y la organización del ambiente de aprendizaje, con base a los recursos que se tienen, es fundamental, permitiendo a los estudiantes acciones psicomotoras y sociales a través del trabajo colaborativo, mediante la interacción con equipos e instrumentos, y abordando problemas desde un enfoque interdisciplinario (Espinosa, et. Al, 2016), por lo tanto, es fundamental mencionar que este Manual o Guía, recopilará la información suficiente para ser un lineamiento práctico de uso que apoye en todo proceso académico e investigativo, con los elementos que cuenta actualmente el Programa.

Desarrollar esta práctica permitirá articular el estudio del suelo desde una vista integral, vinculando no solo herramientas para estudios directos en laboratorio, sino la búsqueda de información y la interpretación de los sistemas más importantes de clasificación del suelo como el de la Organización de Estándares Internacionales (ISO 17025), la de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la Sociedad Americana para Testeo y Materiales (ASTM) y la Asociación Americana de Estaciones de Trenes y Transportes Oficiales (AASHTO), el Sistema de Clasificación Unificado de Suelos (USC) de los EE.UU. y otras como el Uso y Vocación del Suelo con base a las Unidades Cartográficas del Suelo (UCS), adoptada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), a partir del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos de América (USDA).

Esto permitirá también saber las diferencias fundamentales de estos sistemas desde el punto de vista práctico, lo que beneficiará de manera importante al educando, haciendo del laboratorio de suelos un espacio habitual que permitirá el fomento para la exploración y el desarrollo de investigaciones, articulando no solo la ciencia de la medición sino de la experimentación, trayendo consigo nuevas tecnologías y enfoques de estudio, los cuales serán esenciales considerando los elementos con los cuales cuenta el laboratorio de suelos para las diferentes prácticas y todo integrado en un manual que facilite y proporcione información detallada del uso de los elementos y sus implicaciones prácticas tanto en la materia Suelos, como su valor transversal desde otros ejes.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un Manual de Prácticas Académicas y de Laboratorio para el Recurso Suelo en el Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar un Inventario valorativo y de especificaciones técnicas de los Instrumentos, Herramientas y Equipos con los que cuenta el Laboratorio de Suelo del Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

Establecer las Actividades Prácticas y Académicas que se pueden desarrollar con los Elementos, Instrumentos, Herramientas y Equipos en el marco del Fortalecimiento de la capacidad de uso del Laboratorio de Suelos del Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

Formular Prácticas de Mejora y Uso en la Transversalidad y Vinculación Académica de los Estudiantes de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, para con el Laboratorio de Suelos en la Universidad Popular del Cesar.

4. MARCO REFERENCIAL


4.1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

4.1.1. Información Básica

En la siguiente tabla se presenta la información básica de la empresa en la cual se realizó esta práctica.

Tabla 1. Información Básica de la Empresa

Razón Social	:	UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
Teléfono	:	PBX (605) (5) 5848217 EXT. 1129
Ciudad	:	Valledupar
Departamento	:	Cesar
Dirección Actual	:	Diagonal 21 No. 29 – 56, Sabanas del Valle
NIT	:	892300285-6
Actividad Económica	:	CIIU 8544: Son universidades las instituciones que acrediten su desempeño con criterio de universalidad en las siguientes actividades: La investigación científica, la formación académica en profesiones o disciplinas y la producción, desarrollo y transmisión del conocimiento y de la cultura universal y nacional.
Actividades Prestadas	:	<ul style="list-style-type: none"> • La enseñanza que ofrece fundamentación teórica y metodológica de una profesión y una amplia formación para la dirección, el diseño y la gestión. • La formación en instituciones legalmente reconocidas para desarrollar programas en el campo de investigación científica, producción,

		desarrollo y transmisión del conocimiento y de la cultura. Debido a su carácter investigativo, este tipo de instituciones son las únicas autorizadas para ofrecer todos los niveles de formación: técnico profesional, tecnológico, profesional, especialización, maestría y doctorado.
Forma Jurídica	:	PERSONA JURÍDICA (Autónomo)
Logotipo	:	

Nota: Elaborado a partir de información suministrada por la Universidad Popular del Cesar.

La universidad es una institución fundamental en la sociedad, ya que cumple un papel crucial en la formación de individuos capaces de contribuir al desarrollo social, económico y cultural. Como señala Trow (2007), la universidad es un espacio donde se produce y transmite el conocimiento, se fomenta el pensamiento crítico y se promueve la investigación, lo cual contribuye al avance de la ciencia y la tecnología. En este contexto, la Universidad Popular del Cesar, con sus cinco sedes distribuidas estratégicamente, desempeña un papel vital en la región al ofrecer programas académicos de alta calidad, tanto técnicos y tecnológicos como profesionales, que responden a las necesidades y demandas del entorno, contribuyendo así al desarrollo integral de la comunidad y al fortalecimiento del tejido social.

La Universidad Popular del Cesar cuenta con cinco sedes: Sabana (con el campus), Bellas Artes, Balneario Hurtado, municipio de Aguachica y actualmente, una sede que se abrirá en el municipio de La Jagua de Ibirico cuenta con programas técnicos, tecnológicos (nuevos) como profesionales pregrado y postgrado.

4.1.2. Misión Empresarial

La Universidad Popular del Cesar, como institución de educación superior oficial del orden nacional, forma personas responsables social y culturalmente; con una educación de calidad, integral e inclusiva, rigor científico y tecnológico; mediante las diferentes modalidades y metodologías de educación, a través de programas pertinentes al contexto, dentro de la diversidad de campos disciplinares, en un marco de libertad de pensamiento; que consolide la construcción de saberes, para contribuir a la solución de problemas y conflictos, en un ambiente sostenible, con visibilidad nacional e internacional.

4.1.3. Visión Empresarial

En el año 2025, la Universidad Popular del Cesar será una Institución de Educación Superior de alta calidad, incluyente y transformadora; comprometida en el desarrollo sustentable de la Región, con visibilidad nacional y alcance internacional.

4.1.4. Política De Calidad

Fomentar una cultura de formación investigativa en sus programas académicos centrada en lo disciplinar y profesional, que coadyuve al desarrollo de la investigación científica, mediante el conocimiento, la innovación, el espíritu crítico, reflexivo y constructivo de sus estudiantes; orientada a la solución de problemas ambientales, de bienestar, de ciencias básicas y aplicadas culturales educativos y sociales, entre otros. Para ello contará con la estructura organizacional requerida, recurso humano cualificado que incentiven los estudiantes la generación de ideas y problemas de investigación en diferentes ámbitos. Igualmente promoverá la participación de los estudiantes en semilleros de investigación, en el uso de los TICs y garantizar la adecuada financiación para el alcance de este propósito.

4.1.5. Valores Corporativos

La Responsabilidad es el cumplimiento de la tarea o labor asignada, asumida de manera libre y autónoma, y como compromiso individual, colectivo o social, desde la posición que cada grupo, individuo o estamento ocupe, para generar un clima de confianza.

- La Responsabilidad es la conciencia acerca de las consecuencias de todas nuestras actuaciones y la libre voluntad para realizarlas.
- La Honestidad les da honor y decoro a las actividades realizadas, porque genera confianza, respeto y consideración por el trabajo.
- Es el valor que les da decoro y pudor a nuestras acciones y nos hace dignos de merecer honor, respeto y consideración.
- La Justicia corresponde a la Universidad ser depositaria de la aplicación de la Justicia, entendida ésta como todas las acciones públicas y privadas dirigidas a los individuos para garantizar la igualdad, el respeto, la integridad, el libre desarrollo de la personalidad y el respeto por la vida, las creencias, los credos políticos, los derechos humanos, y el disfrute de condiciones de dignidad para estudiantes, profesores y administrativos, a la luz de su misión y visión en el marco legal y constitucional que nos rige.
- La Justicia considerada por los antiguos como la más excelsa de todas las virtudes, es un valor que nos inclina a dar a cada quien lo que le corresponde como propio según la recta razón.
- Lealtad y Veracidad son todas aquellas formas de actuar donde priman la verdad, el compromiso de la palabra, el respeto por las normas y la inviolabilidad a la vida privada y a los procesos reservados para cada uno en el cumplimiento de su trabajo.
- La Solidaridad es el apoyo mutuo, la realización de actos de beneficios comunes y sociales que favorezcan a los de menores recursos y capacidades y que potencialicen el acercamiento, la paz, la convivencia y el reconocimiento del otro y el servicio.
- Es el valor que lleva a los miembros de una sociedad a unirse para realizar acciones positivas y evitar las malas.

- La Fidelidad es valor determinante de las actitudes y compromisos de los miembros de la organización, con su naturaleza y razón de ser, con su misión y su visión.
- Corresponde a los estamentos de la Universidad Popular del Cesar ser fieles a su Institución, entendida la Fidelidad como el compromiso con la Universidad en las realizaciones de las acciones y valores dedicados a la organización, respetando su nombre, funcionarios, misión y visión que la hagan grande y reconocida por otros.
- La Prudencia es el ejercicio pensado del ser y del actuar para el respeto de los otros; implica callar cuando no corresponde ni por autoridad ni por trabajo, o delatar o hablar o escribir o dar información sobre lo que no se me pregunta.
- La Prudencia es el valor del discernimiento sobre el bien y la forma para llevarlo a cabo y permite distinguir entre lo bueno y lo malo.
- La Tolerancia es la práctica del reconocimiento del otro sin discriminación; corresponde a la Universidad Popular del Cesar impulsar este valor como esencia del Pluralismo, de la Libertad y de la Autonomía.
- La Tolerancia virtud que se alcanza cuando se acepta al otro sin ninguna discriminación de tipo social o personal.

4.1.6. Objetivos Institucionales De Investigación

4.1.6.1. Objetivo General De La Política Institucional De Investigación

Promover la investigación formativa y la formación investigativa en los estudiantes semilleros y jóvenes investigadores de los diferentes programas académicos, en aras de prepararlos para orientar sus quehaceres profesionales hacia la investigación en las distintas áreas del conocimiento.

4.1.6.2. Objetivos Específicos De La Política Institucional De Investigación

Actualizar los currículos que incluyen los proyectos de aula necesarios para el logro de la formación investigativa

Promover la capacidad investigativa en los estudiantes de la universidad

Propiciar la interacción entre docentes y estudiantes con miras a generar nuevo conocimiento, el desarrollo social y el progreso científico de la comunidad

Generar la capacidad de trabajo en equipo y la interdisciplinariedad

Fomentar y gestionar procesos de aprendizaje y estrategias de investigación

Conformar grupos y participar en redes de investigación

Participar en eventos o redes de investigación nacionales e internacionales que faciliten la comunicación entre las instituciones de educación y el medio

Crear espacios de encuentro, discusión académica disciplinaria y multidisciplinaria motivando hacia la creatividad y el compromiso para el desarrollo de la ciencia la tecnología e Innovación

Garantizar a los grupos y semilleros de investigación, la logística, de espacios físicos, recursos humanos, técnicos, tecnológicos y económicos suficientes para el logro de su misión

4.1.7. Estructura Organizacional

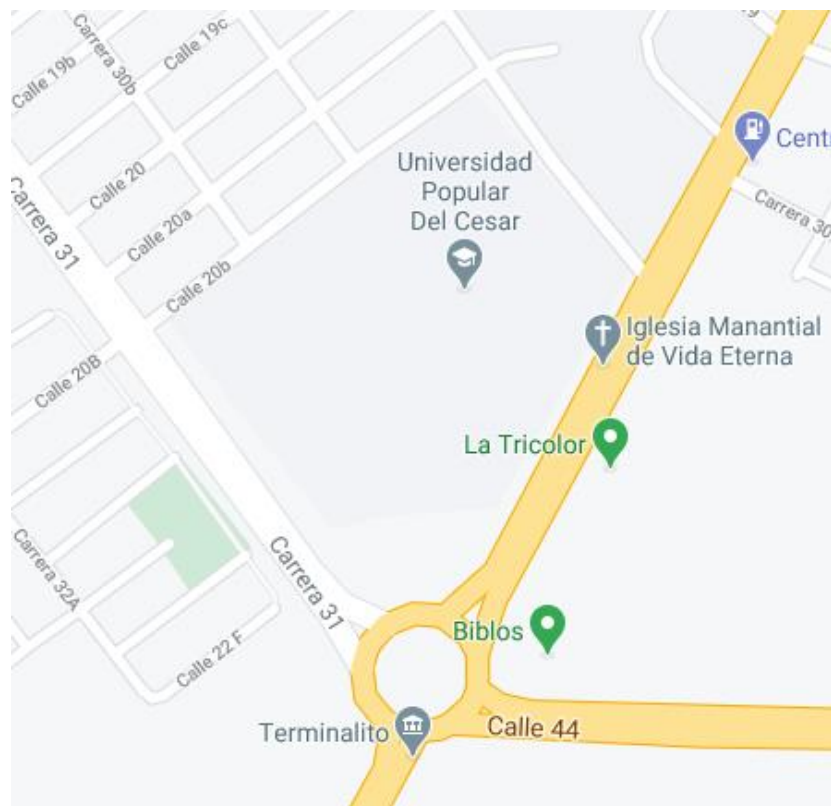
Para mejor visualización de la estructura organizacional, correspondiente a la sede de Valledupar, esta se indica en la siguiente página. Es importante indicar que la dependencia a la cual se sitúa esta práctica es dentro de la Vicerrectoría de Investigación y Extensiones, en la división de Gestión de la Investigación, en el Centro de Investigación para el Desarrollo de la Ingeniería (CIDI), cuyo grupo de investigación se denomina:

4.2. MARCO CONTEXTUAL

La Universidad Popular del Cesar se encuentra ubicada en la Diagonal 21 entre transversal 29 y 30, en el barrio Sabanas del Valle, ciudad de Valledupar; en la actualidad tiene seis facultades y dieciocho programas académicos de formación técnica, profesional y postgrado.

La Universidad Popular del Cesar, desde su creación en 1976, ha sido el alma máter de reconocidos profesionales, así como ha acogido a los estudiantes de los departamentos cercanos, como La Guajira, Bolívar y el Magdalena Grande. Para el año 2019, la Universidad Popular del Cesar contó con 15777 estudiantes, siendo un 0,63% del total de estudiantes en el territorio nacional. La Universidad oferta el Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, el cual tiene un componente práctico en la materia de Suelos, sin embargo, es necesario idear estrategias para idear como fortalecer esta materia.

Figura 2. Localización de la Universidad Popular del Cesar



Nota: Elaborado a partir de información obtenida de Google Maps. 2024.

4.3. MARCO CONCEPTUAL

Actividades prácticas y académicas: Son las acciones y programas educativos que se llevan a cabo en el laboratorio de suelos, utilizando los elementos disponibles para fortalecer la capacidad de uso del laboratorio y promover el aprendizaje práctico de los estudiantes en el área de ingeniería ambiental y sanitaria (Servicio Nacional de Aprendizaje [SENA], 2013).

Especificaciones técnicas: Se refiere a las características técnicas y operativas de los instrumentos, herramientas y equipos del laboratorio de suelos, que deben ser precisas y estar actualizadas para garantizar su correcto funcionamiento y la calidad de los resultados obtenidos en las actividades desarrolladas en el laboratorio (SENA, 2013).

Fortalecimiento de la capacidad de uso: Se refiere al proceso de mejora continua del laboratorio de suelos, mediante la actualización de sus recursos técnicos, la implementación de nuevas tecnologías y la capacitación del personal, con el fin de mejorar la calidad de las actividades desarrolladas y fomentar la investigación en el área (Mexicano, et. Al., 2024).

Inventario valorativo: Consiste en la evaluación detallada de los instrumentos, herramientas y equipos presentes en el laboratorio de suelos, con el fin de conocer su estado, capacidad y funcionalidad, lo cual es fundamental para garantizar un adecuado funcionamiento del laboratorio y optimizar su uso (SENA, 2013).

Optimización de recursos: Se refiere al uso eficiente de los recursos disponibles en el laboratorio de suelos, incluyendo tanto los instrumentos y equipos como el personal y el tiempo, con el fin de maximizar la calidad de los resultados obtenidos y minimizar los costos y el impacto ambiental de las actividades desarrolladas en el laboratorio (Mexicano, et. Al., 2024).

Transversalidad y vinculación académica: Hace referencia a la integración de diferentes disciplinas y áreas de conocimiento en las prácticas y actividades desarrolladas en el laboratorio de suelos, con el objetivo de enriquecer la formación académica de los estudiantes y promover la colaboración interdisciplinaria en la universidad (Mexicano, et. Al., 2024).

4.4. MARCO LEGAL

Las principales normativas ambientales aplicables al contexto de este trabajo son:

Tabla 2. Aspectos legales relacionados a la temática principal de este informe de prácticas

Normativa	Descripción	Aplicación
Decreto 1400 de 1984	Normativa Colombiana para Estructuras Sismo-Resistentes (NSR-10)	Establece tres tipos de clasificación del suelo, señalando los métodos: ASTM, AASTHO (SUCS) y USC, para estructuras sismo resistentes.
Resolución 1524 de 2022	Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, como Norma Técnica para los proyectos de la Red Vial Nacional y se incluyen cuatro (4) artículos	Complementa el decreto 1400 de 1984, justificando la necesidad de clasificar los suelos conforme a los métodos de la ASTM, AASTHO (SUCS) y USC, para bases, sub-bases y carreteras de cualquier orden.
Resolución 340 del 2024	Por la cual se fijan los precios unitarios de venta de los productos y servicios a cargo del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC y se dictan otras disposiciones.	Establece una línea base de conocimiento de los parámetros de caracterización del suelo desde su interés ambiental y armoniza con el método de la FAO y la clasificación del método de UCS de la USDA.
NTC ISO 17025:2017	Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.	Establece una estructura organizacional para fijar el nivel técnico del área de laboratorio y es un marco útil para la evaluación.

Nota: Elaborado a partir de información disponible en la sección normativa de la página oficial del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MINTRANSPORTE) y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MINAMBIENTE, de la República de Colombia (2024).

5. ASPECTOS METODOLÓGICOS

5.1. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta práctica se sustenta bajo la línea de investigación denominada Sostenibilidad y Gestión Ambiental, adscrita a la sublínea Gestión Integral Ambiental del Suelo y definida en el área temática Procesos de Mecánica de Suelos y Geotecnia Ambiental, lo cual se encuentra establecido en el acuerdo No. 003 del 08 de julio del 2021, expedido por el Concejo de Facultad de Ingenierías y Tecnológica de la Universidad Popular del Cesar (UNICESAR, 2021).

5.2. FUNCIONES ESPECÍFICAS A DESARROLLAR

Definidas en carta de vínculo y acreditación de aval a las prácticas dirigida a nombre de la Universidad Popular del Cesar al señor REINELD FAJARDO CASAS Anterior Jefe de Departamento del Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria y actual Vicerrector Administrativo de esta misma persona jurídica; el suscrito emite una Carta de prácticas laborales en la cual se distinguen como responsabilidades y actividades los siguientes:

- a. Medición y analítica de suelos en el laboratorio: parámetro PH
- b. Medición y analítica de suelos en el laboratorio: parámetro Conductividad eléctrica
- c. Medición y analítica de suelos en el laboratorio: parámetro Carbono orgánico
- d. Medición y analítica de suelos en el laboratorio: parámetro Capacidad de intercambio catiónico
- e. Medición y analítica de suelos en el laboratorio: parámetro Humedad
- f. Medición y analítica de suelos en el laboratorio: parámetro Densidad
- g. Medición y analítica de suelos en el laboratorio: parámetro Color

Conforme a esto, se cimenta esta práctica en todos los literales de las funciones enlistadas anteriormente, puesto que la transversalidad de la temática se sujeta a la planificación para su futura gestión, análisis y proposición como estrategia para llevarla hasta la implementación.

5.3. PERFIL DEL SUPERVISOR ASIGNADO

En la siguiente tabla se distingue información del supervisor asignado:

Tabla 3. Perfil del supervisor asignado para la práctica académica y profesional

Nombre del Supervisor	LUIS CARLOS DIAZ MUEGUE
Perfil Profesional	Docente Universitario e Investigador
Estudios Realizados	Doctorado en Ingenierías, Especialización en Combustión en Carbono e Ingeniero de Minas
Experiencia Profesional	Veinte (20) años de docencia universitaria e investigación académica.
Tipo de Contratación	Docente Ocasional UNICESAR – UNIANDINA
N° Matricula Profesional	15217088782BYC

Nota: Elaborado por el Practicante, 2024.

El doctor en ingenierías Luis Carlos Díaz Muegues ha realizado una destacada labor investigativa en diversas áreas de la ingeniería y la ciencia ambiental, contribuyendo significativamente al avance del conocimiento y al desarrollo de soluciones innovadoras. Su trabajo se ha centrado en temas como la calidad del agua, la remediación de suelos contaminados, la obtención de biodiesel, y la caracterización de suelos en zonas carboníferas, entre otros. Destaca su participación en estudios que evalúan el uso de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de contaminación, así como su investigación sobre el uso de biochar para la remediación de desechos mineros. Además, ha desarrollado técnicas novedosas en el campo de la cirugía reconstructiva, demostrando su versatilidad y habilidad para abordar problemas multidisciplinarios. Su amplio y diverso trabajo evidencia su compromiso con la investigación aplicada y su capacidad para generar impacto tanto en el ámbito académico como en el práctico.

5.4. DESARROLLO METODOLÓGICO

En la siguiente tabla se presentan las fases, actividades y su respectiva descripción, con la cual se presente abarcar y alcanzar los resultados de esta práctica.

Tabla 4. Planificación metodológica para el desarrollo de la práctica

Fases	Actividades	Descripción
Realizar un Inventario valorativo y de especificaciones técnicas de los Instrumentos, Herramientas y Equipos con los que cuenta el Laboratorio de Suelo del Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.	Lista de inventario Elementos, Instrumentos, Herramientas y Equipos (EIHE)	Se llevó a cabo un inventario de cada uno de los elementos, instrumentos, herramientas y equipos del laboratorio, con el objeto de tener claro el estado en el que se encuentran y comprender que elementos son fundamentales de acuerdo con su importancia y que se necesitaría para complementarlos.
	Valoración Técnica de los EIHE	
Establecer las Actividades Prácticas y Académicas que se pueden desarrollar con los Elementos, Instrumentos, Herramientas y Equipos en el marco del Fortalecimiento de la capacidad de uso del Laboratorio de Suelos del Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.	Definición de Actividades de Laboratorio	Con base a los elementos inventariados, se establecieron actividades que puedan desarrollarse con estos, con el objeto de que puedan desarrollar prácticas de laboratorio que complementen el conocimiento teórico impartido en las clases.

Fases	Actividades	Descripción
Establecer las Actividades Prácticas y Académicas que se pueden desarrollar con los Elementos, Instrumentos, Herramientas y Equipos en el marco del Fortalecimiento de la capacidad de uso del Laboratorio de Suelos del Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.	Definición de Actividades Alternativas	En complemento, para aumentar el espectro de conocimiento de la clasificación de los suelos, se propuso el uso de las diferentes prácticas de laboratorio y clasificaciones del suelo con base a los métodos de la ISO 17025, FAO, ASTM y AASTHO (SUCS), USC y el UCS del USDA
Formular Prácticas de Mejora y Uso en la Transversalidad y Vinculación Académica de los Estudiantes de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, para con el Laboratorio de Suelos en la Universidad Popular del Cesar.	Recomendaciones de Dotación del Laboratorio	Con base a los resultados anteriores, se presentaron los EIHE que ayuden a complementar al laboratorio de suelos, de tal manera que ayude a mejorar la aplicación práctica con el contexto teórico que se imparte en la materia.
	Recomendaciones de Aplicaciones Transversales	Además, considerando que la materia Suelos, desde su componente práctico y teórico, tienen influencia con otras materias, se distinguirán que prácticas son útiles para complementar otras materias diferentes.

Nota: Elaborado por el Practicante, 2024.

6. PRODUCTOS Y RESULTADOS

6.1. INVENTARIO VALORATIVO Y DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS INSTRUMENTOS, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS CON LOS QUE CUENTA EL LABORATORIO DE SUELO DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA.

6.1.1. *Lista de inventario Elementos, Instrumentos, Herramientas y Equipos (EIHE)*

El inventario, fue realizado en el área operativa destinada para el laboratorio de suelos, el cuál se encontraba situado en el Bloque I: Auditorio, Biblioteca, Registro y Control. Para realizar este inventario se consideró cuantificar y clasificar los Elementos, Instrumentos, Herramientas y Equipos (EIHE) que se encontraban dentro de este laboratorio. A continuación, se presenta un registro fotográfico, en donde el estudiante practicante desarrolla búsqueda de cada EIHE:

Tabla 5. Registro Fotográfico descriptivo del Inventario Realizado



Nota: Fotografía de Propiedad del Practicante, 2024.

Durante el desarrollo de este trabajo se encontraron Equipos, Herramientas e Instrumentos, no se encontraron elementos (que son accesorios complementarios a los anteriores) e insumos (que son reactivos, los cuales, aunque existían, se encontraban vencidos). La siguiente tabla detalla lo hallado en cuanto a equipos:

Tabla 6. Caracterización de Equipos del Laboratorio de Suelos

Equipo	Cantidad	Codigo	Observación
Agitador orbital	1	237493	
Balanza	1	252718	Falta de calibración
Bascula	1		
Batidora	1	253986	
Cafetera	1	No aplica	
Cava electrolux	1	No aplica	
conductímetro	1	252750	Falta de calibración
Espectrofotometro	1	252751	Falta de calibración
Estereoscopio	1		Reparación ocucales
Hidrometro	1		
Lauda aqualine	1	252741	
Mufla	1	No aplica	Falta de adactación electrica
pH-metro	1	252752	Falta de calibración

Nota: Elaborado por el Practicante, 2024.

La presencia de estos equipos es esencial para llevar a cabo una variedad de análisis y pruebas que son fundamentales para entender las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. La balanza y la báscula son cruciales para medir con precisión las cantidades de muestras y reactivos utilizados en los experimentos. El agitador orbital y la batidora se utilizan para homogeneizar muestras y preparar suspensiones para análisis. El espectrofotómetro y el pH-metro son fundamentales para analizar la composición química del suelo, incluyendo la concentración de nutrientes y la acidez. El conductímetro y el hidrómetro son utilizados para medir la conductividad eléctrica y la densidad del suelo, respectivamente. La mufla es esencial para la determinación de materia orgánica por calcinación. El estereoscopio se utiliza para observar detalles estructurales del suelo, mientras que la cafetera y la cava electrolux son importantes para mantener condiciones específicas de temperatura para ciertos experimentos.

Por otra parte, en cuanto a Herramientas, solamente se encontraron dos:

Tabla 7. Caracterización de Herramientas del Laboratorio de Suelos

Herramientas	Cantidad	Observación
Molino	1	
Picadora	1	

Nota: Elaborado por el Practicante, 2024.

En un laboratorio de suelos, el molino y la picadora son herramientas esenciales para la preparación de muestras. El molino se utiliza para triturar y pulverizar muestras sólidas de suelo, lo cual es fundamental para obtener una muestra homogénea y representativa que pueda ser analizada con precisión en diferentes pruebas. Por otro lado, la picadora es útil para reducir el tamaño de muestras vegetales o de residuos orgánicos presentes en el suelo, facilitando así su manipulación y análisis. Estas herramientas permiten la preparación adecuada de las muestras antes de llevar a cabo análisis físicos, químicos o biológicos, garantizando resultados confiables y reproducibles en investigaciones relacionadas con la salud del suelo, la agricultura sostenible y la gestión ambiental.

Continuando, la mayoría de los materiales caracterizados son instrumentos de laboratorio, en la siguiente tabla se sintetizan los encontrados:

Tabla 8. Caracterización de Instrumentos del Laboratorio de Suelos

Instrumento	Volumen (ml)	Cantidad
Balón fondo redondo	432	1
Balón fondo redondo	500	1
Balón volumétrico	100	10
Balón volumétrico	50	1
Beaker	150	2
Beaker	500	1
Bolsa bolrol	No aplica	60
Bolsas para cultivo	No aplica	100
Butirómetro	No aplica	1
Corindón mullite saggar	No aplica	2

Instrumento	Volumen (ml)	Cantidad
Crisol de porcelana	No aplica	10
Cubeta para espectrofotometro	No aplica	5
Cubreobjeto	No aplica	200
Embudo de decantación cilindrico	200	1
Embudo de vidrio	No aplica	1
Envases de plastico	No aplica	20
Espatula	No aplica	4
Filtro de jeringa	No aplica	90
Frasco de compota	195	120
Gotero	30	385
Gradilla de tubos de ensayo	No aplica	1
Guantes nitrilo	No aplica	200
Jeringa	60	49
Mascarilla respiratoria	No aplica	1
Matraz de erlenmeyer	250	4
Matraz de erlenmeyer	500	10
Matraz de erlenmeyer esmerilado	50	2
Matraz de erlenmeyer esmerilado	100	5
Matraz de erlenmeyer esmerilado	1000	1
Matraz de erlenmeyer graduado	200	23
Matraz kitasato	250	3
Matraz kitasato	500	2
Matraz kitasato	1000	2
Matraz volumetrico aforado	10	4
Matraz volumetrico aforado	25	1
Matraz volumetrico aforado	50	6
Mechero de alcohol	90	2
Micropipeta mecanica	No aplica	2
Mortero de porcelana	No aplica	2
Papel filtro	No aplica	30
Parafilm	No aplica	1
Pinza para crisol	No aplica	2
Pipeta volumetrica	5	13
Pipeta volumetrica	10	13
Placa de petri plastico	No aplica	160
Placa de petri vidrio	No aplica	20
Portaobjeto	No aplica	200
Probeta	100	3
Probeta	1000	4
Punta de pipeta de filtro	No aplica	90
Punta de pipeta de plastico	No aplica	300
Termometro de mercurio	No aplica	2
Thermo scientific	15	300
Tubo de ensayo vidrio	No aplica	45

Nota: Elaborado por el Practicante, 2024.

En un laboratorio de suelos, la variedad y cantidad de instrumentos son fundamentales para llevar a cabo una amplia gama de pruebas y análisis. Los diferentes tipos de matraces, como los de fondo redondo, volumétricos y kitasato, son esenciales para la preparación y medición precisa de soluciones y muestras. Los beakers y las probetas permiten la manipulación y medición de volúmenes variables de líquidos. Los embudos, filtros y cubetas son herramientas clave para la separación y filtración de sustancias en las muestras. Además, los instrumentos de seguridad como las mascarillas, guantes y gafas protegen al personal del laboratorio durante la manipulación de sustancias químicas y biológicas. En conjunto, estos instrumentos facilitan la realización de análisis físicos, químicos y biológicos en muestras de suelo, garantizando resultados precisos y confiables que son fundamentales para la investigación y la toma de decisiones en agricultura, medio ambiente y otras disciplinas relacionadas.

Con base en la disponibilidad de equipos, herramientas e instrumentos indicados anteriormente en el laboratorio, es posible calificar su estado como adecuado para prestar servicios académicos en estudios de suelos. La presencia de equipos como el agitador orbital, la balanza, la batidora, el conductímetro, el espectrofotómetro y el pH-metro son cruciales para llevar a cabo análisis químicos y físicos en muestras de suelo.


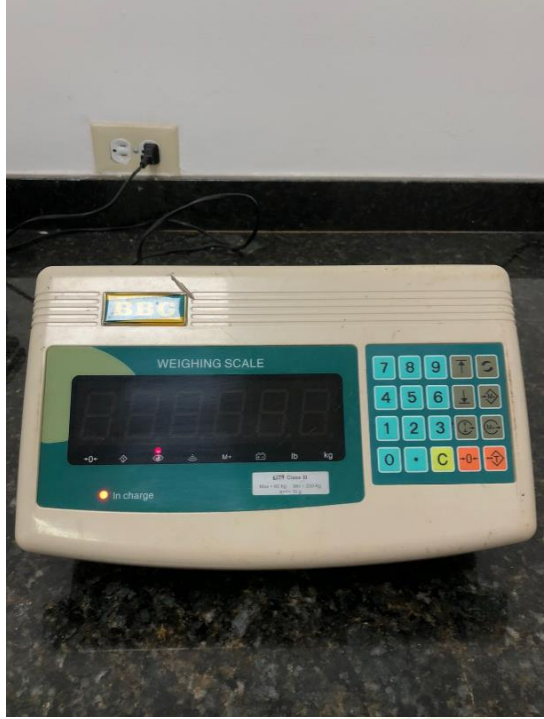
Además, contar con herramientas como el molino y la picadora facilita la preparación de muestras para análisis. Por último, la variedad de instrumentos como matraces, probetas, embudos, filtros, cubetas, y equipos de seguridad como guantes y mascarillas, son esenciales para la manipulación, medición y seguridad durante los procedimientos de laboratorio.

Sin embargo, sería importante asegurarse de tener también otros elementos básicos para un laboratorio de suelos, como microscopios para observaciones detalladas de muestras, incubadoras para estudios microbiológicos, y posiblemente más herramientas especializadas dependiendo de los análisis específicos que se realicen. En general, el laboratorio tiene una base sólida para brindar servicios académicos en estudios de suelos, pero podría beneficiarse de la adquisición de algunos equipos adicionales para mejorar su capacidad y alcance en términos de investigación y análisis.

6.1.2. Valoración Técnica de los EIHE

El estado de los equipos y herramientas en el laboratorio tiene un impacto directo en el desempeño de los servicios académicos en estudios de suelos. Por ejemplo, la falta de calibración en la balanza, la báscula, el conductímetro, el espectrofotómetro y el pH-metro puede llevar a mediciones inexactas, lo cual es crucial en análisis químicos y físicos precisos. Además, la falta de adaptación eléctrica en la cafetera (usada para cocción de suelo) y la reparación ocular en el estereoscopio pueden afectar la funcionalidad y la seguridad durante los procedimientos de laboratorio.

Tabla 9. Registro Fotográfico de los equipos con deficiencias

	
<p>Esta báscula, en particular, es de alta precisión, su característica es que puede soportar pesos con tres milésimas y está diseñada para pequeñas proporciones. Carece de mantenimiento.</p>	<p>Esta báscula, en particular, es de alta precisión, para segmentos de mayor peso, su capacidad va desde los gramos hasta los 15 kilogramos, con una gran sensibilidad y precisión. Carece de mantenimiento.</p>



Este espectrofotómetro, de marca Hanna, es de gran utilidad en el laboratorio y presenta deficiencias en la medición de los resultados, puesto que necesita calibración.

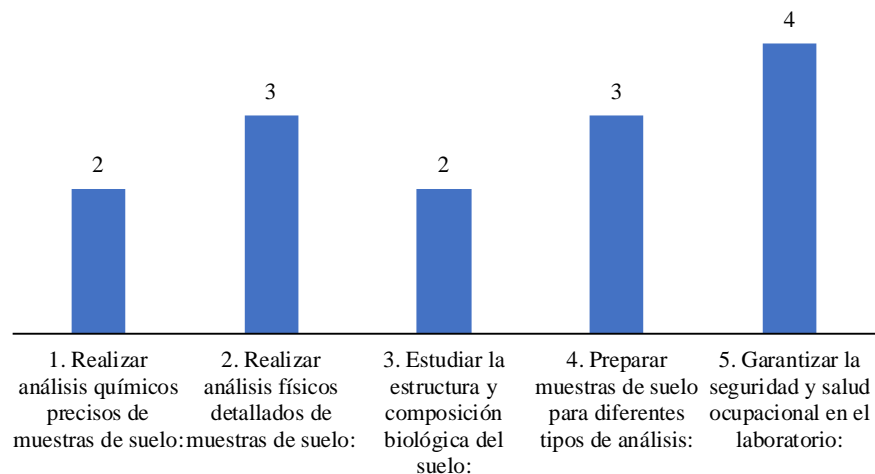
Este esteroscopio se encuentra en buen estado, solo carece e los oculares para poder prestar el rendimiento adecuado y cumpla con su aspecto funcional en el laboratorio.

Nota: Fotografía de Propiedad del Practicante, 2024.

Por otro lado, aunque el molino y la picadora están en buen estado, la ausencia de algunos equipos clave como microscopios para observaciones detalladas o incubadoras para estudios microbiológicos podría limitar la capacidad del laboratorio para realizar análisis más avanzados y completos en muestras de suelo. En sí, la problemática se centra más en carencia de materiales, pero la ausencia de mantenimiento puede ser significado de la no asignación de presupuesto o finanzas disponible para sustentar estos equipos y herramientas, que pueden ser esenciales no solo para este laboratorio.

Teniendo en cuenta esto, entonces, la valoración técnica de los EIHE, con base a las necesidades básicas en un laboratorio académico y tomando a consideración el inventario existente y las carencias o requerimientos adicionales en elementos e insumos, se tendría como resultado lo siguiente:

Figura 3. Valoración Técnica con base a los objetivos del Laboratorio de Suelos



Nota: Elaborado por el Practicante, 2024.

Estos resultados se argumentan de manera sólida así:

- La falta de calibración en algunos equipos y la carencia de ciertos reactivos y soluciones puede impactar negativamente en la precisión de los análisis químicos.
- Aunque hay herramientas para la preparación de muestras, la falta de equipos como microscopios y tamices limita la capacidad de realizar análisis físicos detallados.
- La carencia de medios de cultivo, microscopios y otros equipos biológicos restringe la capacidad de estudio detallado de la composición biológica del suelo.
- Aunque se cuenta con herramientas básicas para la preparación de muestras, la falta de otros elementos e insumos puede limitar la preparación para ciertos análisis específicos.

- A pesar de las carencias en equipos e insumos, se destaca que los elementos de seguridad como guantes y mascarillas están disponibles, contribuyendo a garantizar la seguridad y salud ocupacional en el laboratorio.

La carencia de otros elementos e insumos adicionales afecta significativamente la capacidad del laboratorio para cumplir plenamente con sus objetivos específicos en el estudio de suelos, especialmente en análisis químicos precisos, análisis biológicos detallados y preparación completa de muestras.

6.2. ESTABLECIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES PRÁCTICAS Y ACADÉMICAS QUE SE PUEDEN DESARROLLAR CON LOS ELEMENTOS, INSTRUMENTOS, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS EN EL MARCO DEL FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD DE USO DEL LABORATORIO DE SUELOS DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA.

6.2.1. Definición de Actividades de Laboratorio

Para poder definir las actividades del laboratorio de suelos, se tuvo en cuenta principalmente, los equipos, herramientas e instrumentos que se encuentran en buen estado y pueden ser útiles para desarrollar unas prácticas idóneas y ejemplares, asociadas al aprendizaje. Este apartado se dedicó exclusivamente a describir estas, considerando que el área de desarrollo sea en el laboratorio, distinguiendo que quizá sea posible o necesario contar con otros elementos o insumos que serían de aporte de los estudiantes (considerando que no puede ser costoso o implique un trabajo logístico importante en conseguirse).

6.2.1.1. Preparación de Muestras de Suelo.

Objetivo General:

Preparar muestras de suelo para su posterior análisis físico, químico y biológico en el laboratorio.

Objetivos Específicos:

- Homogeneizar y triturar muestras de suelo para obtener una muestra representativa.

- Medir con precisión las cantidades de muestras y reactivos necesarios para los análisis.
- Preparar soluciones y reactivos según las necesidades de cada análisis.

Materiales, Equipos, Herramientas, Instrumentos, Elementos e Insumos:

- Molino y picadora en buen estado.
- Balanzas y básculas calibradas.
- Beakers y probetas limpias.
- Muestras de suelo.
- Reactivos y soluciones necesarios para los análisis.

Procedimiento:

Homogeneización de muestras:

- i. Tomar una muestra de suelo representativa y colocarla en la picadora para reducir su tamaño y facilitar su manipulación.

Figura 4. Picadora Industrial y Molino de Laboratorio



Picadora industrial



Molino de Laboratorio

Nota: Tomado por el Practicante de Internet, 2024.

- ii. Transferir la muestra picada al molino y triturlarla hasta obtener una consistencia homogénea y fina.

Medición de cantidades:

- iii. Utilizar la balanza calibrada para pesar la cantidad exacta de muestra de suelo necesaria para cada análisis.

Figura 5. Báscula de alta precisión para medición en gramos



Nota: Fotografía de Propiedad del Practicante, 2024.

- iv. Utilizar la báscula calibrada para medir las cantidades precisas de reactivos y soluciones requeridos para cada procedimiento.

Preparación de soluciones y reactivos:

- v. Utilizar beakers y probetas limpias para preparar soluciones patrón y estándar según los protocolos establecidos.
- vi. Medir con precisión los volúmenes de reactivos y soluciones utilizando pipetas volumétricas y matraces aforados.

Etiquetado y almacenamiento:

- vii. Etiquetar adecuadamente cada muestra y solución preparada, indicando la fecha, origen de la muestra y tipo de análisis a realizar.
- viii. Almacenar las muestras y soluciones en condiciones adecuadas de temperatura y humedad hasta su uso en los análisis posteriores.

6.2.1.2. Análisis de pH del suelo.

Objetivo General:

Determinar el pH de las muestras de suelo para evaluar su acidez o alcalinidad.

Objetivos Específicos:

- Calibrar el pH-metro para garantizar mediciones precisas.
- Preparar las muestras de suelo y las soluciones buffer para el análisis.
- Medir el pH de las muestras de suelo utilizando el pH-metro calibrado.
- Interpretar los resultados y registrarlos adecuadamente.

Materiales, Equipos, Herramientas, Instrumentos, Elementos e Insumos:

- Muestras de suelo.
- Soluciones buffer de pH conocido.
- pH-metro calibrado.
- Matraces volumétricos aforados.
- Pipetas y buretas para medir volúmenes.
- Agitador magnético.
- Varillas de agitación.
- Beakers y probetas.

Procedimiento:

Calibración del pH-metro:

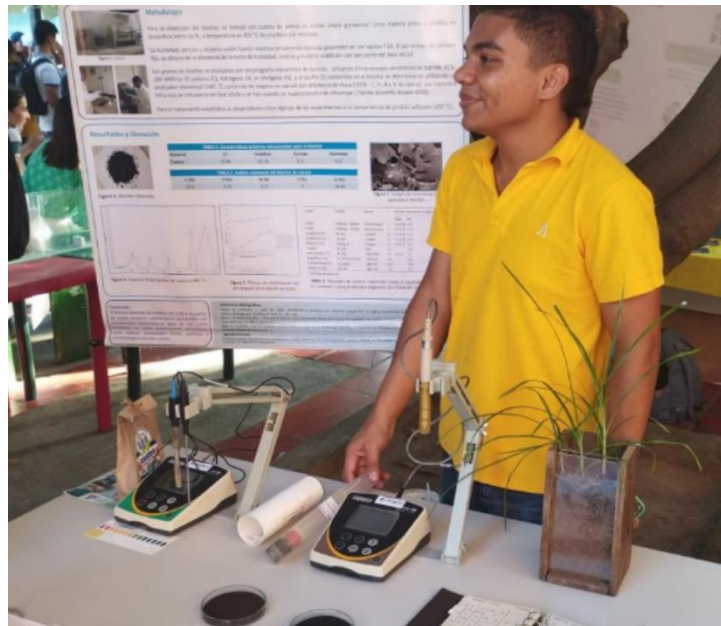
- i. Preparar soluciones buffer de pH conocido (por ejemplo, pH 4.0 y pH 7.0).
- ii. Calibrar el pH-metro utilizando las soluciones buffer y ajustar según sea necesario hasta obtener lecturas precisas.

Preparación de muestras y soluciones buffer:

- iii. Tomar una muestra representativa de suelo y mezclarla con agua destilada en un beaker.
- iv. Preparar las soluciones buffer de pH conocido en matraces aforados y etiquetar adecuadamente.

Medición del pH de las muestras:

Figura 6. Experimentos realizados con medidores de pH y Conductímetros.



Nota: Fotografía de Propiedad del Practicante, 2024.

- v. Colocar la punta del electrodo del pH-metro en la muestra de suelo y agitar suavemente con la varilla de agitación.
- vi. Registrar la lectura de pH obtenida en cada muestra, asegurándose de limpiar y calibrar el electrodo entre cada medición.

Interpretación de resultados:

- vii. Comparar las lecturas de pH de las muestras con las soluciones buffer de pH conocido para verificar la precisión de las mediciones.
- viii. Interpretar los resultados en función de la escala de pH estándar y registrarlos en el informe de análisis.

6.2.1.3. Análisis de Conductividad Eléctrica del Suelo.

Objetivo General:

Determinar la conductividad eléctrica del suelo como indicador de su capacidad para conducir corriente eléctrica y evaluar su salinidad.

Objetivos Específicos:

- Calibrar el conductímetro para asegurar mediciones precisas.
- Preparar las muestras de suelo y las soluciones patrón para el análisis.
- Medir la conductividad eléctrica de las muestras de suelo utilizando el conductímetro calibrado.
- Interpretar los resultados y registrarlos adecuadamente.

Materiales, Equipos, Herramientas, Instrumentos, Elementos e Insumos:

- Muestras de suelo.
- Soluciones patrón de conductividad eléctrica conocida.
- Conductímetro calibrado.
- Matraces volumétricos aforados.

- Pipetas y buretas para medir volúmenes.
- Agitador magnético.
- Varillas de agitación.
- Beakers y probetas.

Procedimiento:

Calibración del conductímetro:

- i. Preparar soluciones patrón de conductividad eléctrica conocida.
- ii. Calibrar el conductímetro utilizando las soluciones patrón y ajustar según sea necesario hasta obtener mediciones precisas.

Preparación de muestras y soluciones patrón:

- iii. Tomar una muestra representativa de suelo y mezclarla con agua destilada en un beaker.
- iv. Preparar las soluciones patrón de conductividad eléctrica conocida en matraces aforados y etiquetar adecuadamente.

Medición de la conductividad eléctrica de las muestras:

- v. Sumergir el electrodo del conductímetro en la muestra de suelo y agitar suavemente con la varilla de agitación.
- vi. Registrar la lectura de conductividad eléctrica obtenida en cada muestra, asegurándose de limpiar y calibrar el electrodo entre cada medición.

Interpretación de resultados:

- vii. Comparar las lecturas de conductividad eléctrica de las muestras con las soluciones patrón para verificar la precisión de las mediciones.
- viii. Interpretar los resultados en función de los niveles de conductividad eléctrica estándar y registrarlos en el informe de análisis.

6.2.1.4. Análisis de Nutrientes en el Suelo.

Objetivo General:

Determinar la concentración de nutrientes importantes en el suelo para evaluar su fertilidad y capacidad para soportar el crecimiento de plantas.

Objetivos Específicos:

- Preparar las muestras de suelo y las soluciones reactivas para cada nutriente a analizar.
- Realizar la extracción de nutrientes del suelo utilizando métodos adecuados.
- Utilizar técnicas analíticas como espectrofotometría o titulación para determinar la concentración de cada nutriente.
- Interpretar los resultados y generar informes detallados sobre la calidad nutricional del suelo.

Materiales, Equipos, Herramientas, Instrumentos, Elementos e Insumos:

- Muestras de suelo.
- Soluciones reactivas para la extracción de nutrientes (por ejemplo, soluciones ácidas o alcalinas).
- Equipos de extracción (por ejemplo, extrusoras).
- Espectrofotómetro, titulador u otros equipos analíticos.
- Pipetas, buretas y matraces aforados para medir volúmenes.
- Agitador magnético y varillas de agitación.
- Beakers, probetas y tubos de ensayo.
- Reactivos y soluciones estándar para la determinación de cada nutriente.

Procedimiento:

Preparación de muestras y soluciones reactivas:

- i. Tomar muestras representativas de suelo y prepararlas para la extracción de nutrientes utilizando soluciones reactivas adecuadas.
- ii. Preparar las soluciones estándar de cada nutriente para la calibración de los equipos y la determinación de concentraciones.

Extracción de nutrientes del suelo:

- iii. Utilizar equipos de extracción como extrusoras para extraer los nutrientes del suelo de manera eficiente.
- iv. Filtrar las soluciones extracción para eliminar partículas sólidas y obtener soluciones claras para el análisis.

Análisis de nutrientes:

- v. Utilizar técnicas analíticas como espectrofotometría para la determinación de concentraciones de nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, etc.
- vi. Realizar titulaciones si es necesario para la determinación de otros nutrientes como calcio, magnesio, etc.

Registrar y calcular las concentraciones de cada nutriente en las muestras de suelo.

Interpretación de resultados:

- vii. Comparar las concentraciones de nutrientes obtenidas con valores de referencia para evaluar la calidad nutricional del suelo.
- viii. Generar informes detallados con los resultados de cada nutriente y recomendaciones para mejorar la fertilidad del suelo si es necesario.

6.2.1.5. Estudio de la Estructura del Suelo.

Objetivo General:

Analizar y caracterizar la estructura del suelo para comprender su composición, textura y distribución de partículas.

Objetivos Específicos:

- Determinar la granulometría del suelo mediante la separación de partículas por tamaño.
- Observar la estructura macroscópica del suelo para identificar capas, horizontes y agregados.
- Evaluar la porosidad y permeabilidad del suelo para entender su capacidad de retención de agua y aire.
- Estudiar la compactación del suelo y su relación con la densidad aparente y la capacidad de soporte de plantas.

Materiales, Equipos, Herramientas, Instrumentos, Elementos e Insumos:

- Muestras de suelo representativas.
- Tamices de diferentes tamaños para la separación de partículas.
- Balanzas calibradas para pesar muestras.
- Instrumentos de medición de porosidad y permeabilidad (por ejemplo, infiltrómetro, porosímetro).
- Equipos para análisis visual (lupa, estereoscopio).
- Elementos para determinar la densidad aparente y compactación del suelo (cilindros de volumen conocido, penetrómetros).

Procedimiento:

Determinación de la granulometría:

- i. Tomar una muestra representativa de suelo y secarla para eliminar la humedad.
- ii. Pasar la muestra por tamices de diferentes tamaños y pesar las fracciones retenidas en cada tamiz.
- iii. Calcular el porcentaje de partículas de diferentes tamaños para determinar la granulometría del suelo.

Observación de la estructura macroscópica:

- iv. Utilizar un estereoscopio o una lupa para observar la estructura del suelo a nivel macroscópico.
- v. Identificar capas, horizontes y agregados presentes en el suelo.

Medición de porosidad y permeabilidad:

- vi. Utilizar un infiltrómetro para medir la velocidad de infiltración del agua en el suelo y evaluar su permeabilidad.
- vii. Utilizar un porosímetro para determinar la porosidad del suelo y su capacidad de retención de agua y aire.

Estudio de compactación y densidad aparente:

- viii. Utilizar un penetrómetro para medir la resistencia del suelo a la penetración y evaluar su compactación.
- ix. Determinar la densidad aparente del suelo utilizando cilindros de volumen conocido y calculando la masa del suelo en cada volumen.

6.2.1.6. Determinación de la Materia Orgánica en el Suelo.

Objetivo General:

- Determinar la cantidad de materia orgánica presente en las muestras de suelo como indicador de la fertilidad y calidad del suelo.

Objetivos Específicos:

- Extraer la materia orgánica del suelo utilizando métodos de oxidación.
- Cuantificar la cantidad de carbono orgánico presente en las muestras.
- Calcular el porcentaje de materia orgánica en relación con el peso total de la muestra de suelo.
- Interpretar los resultados para evaluar la calidad y capacidad de retención de nutrientes del suelo.

Materiales, Equipos, Herramientas, Instrumentos, Elementos e Insumos:

- Muestras de suelo.
- Reactivos y soluciones para la extracción de materia orgánica (por ejemplo, dicromato de potasio, ácido sulfúrico).
- Matraces aforados y pipetas para medir volúmenes.
- Digestores o sistemas de oxidación para la extracción de carbono orgánico.
- Espectrofotómetro u otros equipos para la cuantificación de carbono orgánico.
- Cámaras de digestión.
- Agitador magnético y varillas de agitación.
- Elementos de protección personal (guantes, gafas, bata).

Procedimiento:

Extracción de la materia orgánica:

- i. Tomar una muestra representativa de suelo y secarla para eliminar la humedad.
- ii. Preparar una solución de dicromato de potasio y ácido sulfúrico para la extracción de materia orgánica.
- iii. Agregar la solución al suelo y someterla a un proceso de oxidación en un digestor o sistema similar.

Determinación de carbono orgánico:

- iv. Después del proceso de oxidación, utilizar un espectrofotómetro para medir la cantidad de carbono orgánico presente en la muestra.
- v. Calcular el porcentaje de materia orgánica en el suelo utilizando la cantidad de carbono orgánico y el peso total de la muestra.

Interpretación de resultados:

- vi. Comparar los resultados obtenidos con valores de referencia para evaluar la cantidad de materia orgánica en el suelo.
- vii. Interpretar los resultados en función de la calidad del suelo, su capacidad de retención de agua y nutrientes, y su fertilidad.

Al hacer un análisis general de las actividades planteadas, es normal que se encuentren equipos, herramientas e instrumentos que fueron enlistados y que presentan cierta afectación o necesidad de calibración y mantenimiento, por lo tanto, y de manera resumida, en la siguiente tabla se presenta las actividades que tienen esta dificultad (ver en la página siguiente):

Tabla 10. Resumen del estado en requerimientos de equipos, herramientas e instrumentos.

Actividad	Estado de Equipos	Estado de Herramientas	Estado de Instrumentos
Preparación de Muestras de Suelo	Falta de calibración en algunos equipos	Buen estado	Variado, algunos en buen estado
Análisis de pH del suelo	Falta de calibración en algunos equipos	Buen estado	Algunos en buen estado, otros requieren atención
Análisis de Conductividad Eléctrica del Suelo	Falta de calibración y reparaciones necesarias en algunos equipos	Buen estado	Algunos en buen estado, otros requieren atención
Análisis de Nutrientes en el Suelo	Falta de calibración y adaptación eléctrica requerida en algunos equipos	Buen estado	Algunos en buen estado, otros requieren atención
Estudio de la Estructura del Suelo	Falta de calibración y reparaciones necesarias en algunos equipos	Buen estado	Algunos en buen estado, otros requieren atención
Determinación de la Materia Orgánica en el Suelo	Falta de calibración y adaptación eléctrica requerida en algunos equipos	Buen estado	Algunos en buen estado, otros requieren atención

Nota: Elaborado por el Practicante, 2024.

Estas son algunas actividades que se podrían desarrollar, siempre y cuando se calibren y hagan mantenimientos a los equipos, principalmente.

6.2.2. Definición de Actividades Alternativas

De manera alternativa y complementaria, considerando que el espacio de aprendizaje práctico no solo es el laboratorio, pero es un paso útil para desarrollar otros conocimientos, se propone el aprendizaje de los métodos de clasificación de suelos, de acuerdo con la taxonomía de la FAO, adoptada en el método de unidades cartográficas, así como los métodos acogidos por la Normativa Sismo-Resistente (NSR10) y la Normativa para la Construcción de Vías (INV-123).

Para desarrollar este apartado, es recomendable que el lector esté atento a los ejemplos, ya que estos son los que garantizan que se pueda entender a qué se refiere lo que se trata:

6.2.2.1. Método de Clasificación USCS.

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), también conocido como Unified Soil Classification System (USCS), es utilizado en ingeniería y geología para describir la textura y el tamaño de partículas en un suelo. Representado por un símbolo de dos letras, este sistema se aplica a la mayoría de los materiales no consolidados y requiere una granulometría previa del suelo, generalmente a través de tamizado u otros métodos. Se conoce también como clasificación temprana modificada de Casagrande. La siguiente tabla presenta la información referente:

Tabla 11. Descripción Estándar de las Variables del Método SUCS

Primera Letra		Segunda Letra	
Letra	Definición	Letra	Definición
G	Grava	P	Pobremente graduado (tamaño de partícula uniforme)
S	Arena	W	Bien graduado (tamaños de partícula diversos)
M	Limo	H	Alta plasticidad
C	Arcilla	L	Baja plasticidad
O	Orgánico		

Nota: Tomado y Adaptado a partir del ASTM, 1985 y Evett y Cheng Liu (2007).

Cuando el suelo contiene entre un 5% y un 12% de finos, que pasan a través del tamiz #200, ambas distribuciones granulométricas tienen un impacto significativo en las propiedades ingenieriles del material. Por ejemplo, se puede hablar de gravas bien graduadas con limos, lo que requiere una doble simbología como GW-GM para indicar "grava bien graduada" y "grava con limo o grava limosa".

Cuando más del 15% del peso del suelo se retiene en el tamiz #4 ($R_{\#4} > 15\%$), esto indica una cantidad sustancial de grava. En este caso, al sufijo "con grava" se le agrega el nombre del grupo, pero el símbolo del grupo permanece sin cambios. Por ejemplo, SP-SM con grava se refiere a "Arena pobremente graduada con limo y grava".

En situaciones donde el suelo presenta una doble simbología, como en los ejemplos anteriores, la primera letra del símbolo siempre se repite. Por ejemplo, en SP-SC, la "S" (arena) se repite para indicar la combinación de grupos de suelos.

Una clasificación ampliada se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 12. Tabla de Clasificación

Divisiones mayores		Símbolo del grupo	Nombre del grupo
Suelos granulares gruesos. el 50% o más se retuvo en el tamiz n°200 (0.075 mm)	Grava < 50% de la fracción gruesa que pasa el tamiz n.º 4 (4.75 mm)	grava limpia menos del 5% pasa el tamiz n°200	GW grava bien graduada, grava fina a gruesa
			GP grava pobremente graduada
		grava con más de 12% de finos pasantes del tamiz n° 200	GM grava limosa
			GC grava arcillosa
	Arena	Arena limpia menos del 5% pasa el tamiz n°200	SW Arena fina a gruesa.
			SP Arena pobremente graduada
SM Arena limosa			

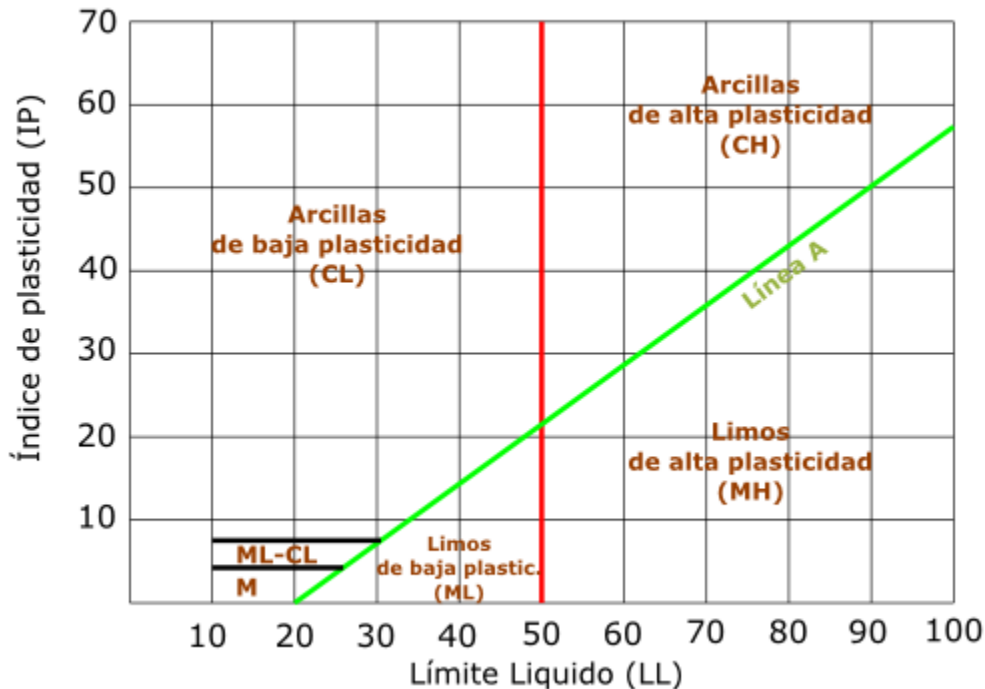
Divisiones mayores		Símbolo del grupo	Nombre del grupo
	≥ 50% de fracción gruesa que pasa el tamiz n.º 4	Arena con más de 12% de finos pasantes del tamiz n.º 200	SC Arena arcillosa
Suelos de grano fino. más del 50% de la muestra pasa el tamiz No.200 (0.075 mm)	Limos y arcillas límite líquido < 50	inorgánico	ML limo
		orgánico	CL arcilla
	Limos y arcillas límite líquido ≥ 50	inorgánico	OL Limo orgánico, arcilla orgánica
		orgánico	MH limo de alta plasticidad, limo elástico CH Arcilla de alta plasticidad
Suelos altamente orgánicos		Pt	turba

Nota: Tomado y Adaptado a partir del ASTM, 1985 y Evett y Cheng Liu (2007).

Para clasificar los gránulos finos conforme a su plasticidad, se tiene en cuenta la siguiente gráfica (ver figura en la siguiente página). Esta figura se denomina diagrama de plasticidad de Casagrande, se pueden distinguir diferentes áreas que corresponden a los distintos grupos de suelos según el SUCS, como arcillas de baja plasticidad (CL), arcillas de alta plasticidad (CH), limos inorgánicos (ML), limos orgánicos (OL), entre otros. Estas áreas en la gráfica ayudan a clasificar los suelos de acuerdo con sus propiedades plásticas y a comprender su comportamiento frente a la humedad y la deformación.

Es importante señalar que el gráfico de plasticidad de Casagrande es una herramienta estándar utilizada en la práctica de la ingeniería civil y geotécnica para la clasificación y evaluación de suelos según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

Figura 7. Diagrama de Plasticidad de Casagrande para el SUCS



Nota: Tomado y Adaptado a partir del ASTM, 1985 y Evett y Cheng Liu (2007).

A modo de ejemplo:

Se supone los siguientes resultados de laboratorio para una muestra de suelo:

Límite líquido (LL) = 35

Índice de plasticidad (IP) = 20

Primero, ubicamos el punto correspondiente a estos valores en el gráfico de plasticidad de Casagrande, donde el eje horizontal representa el LL y el eje vertical representa el IP.

En el gráfico, encontramos el punto donde LL = 35 y IP = 20, aproximadamente en la zona de los limos inorgánicos (ML). Ahora, procedemos a determinar varios tipos de suelos que podrían corresponder a estos valores:

- *Limos Inorgánicos (ML):*

Este tipo de suelo suele tener un índice de plasticidad moderado y un límite líquido no muy alto. Puede ser cohesivo, pero no tan plástico como las arcillas. Se utiliza la abreviatura ML para clasificarlo.

- *Arcilla de Baja Plasticidad (CL):*

Si el suelo tuviera un LL similar pero un IP menor (por ejemplo, LL = 35, IP = 10), estaríamos en la zona de arcilla de baja plasticidad (CL). Estos suelos tienen un IP bajo y un LL moderado.

- *Arcilla de Alta Plasticidad (CH):*

Si el suelo tuviera un LL similar pero un IP mayor (por ejemplo, LL = 35, IP = 30), estaríamos en la zona de arcilla de alta plasticidad (CH). Estos suelos tienen un IP alto y un LL moderado.

- *Limos Orgánicos (OL):*

Si el suelo tuviera un LL menor pero un IP similar (por ejemplo, LL = 25, IP = 20), estaríamos en la zona de limos orgánicos (OL). Estos suelos tienen un LL bajo y un IP moderado.

6.2.2.2. Método de Clasificación AASHTO.

El sistema de clasificación de suelos AASHTO se fundamenta en los mismos criterios que el Sistema Unificado de Clasificación del Suelo (SUCS). No obstante, su utilización se encuentra restringida mayormente a proyectos viales y, en menor grado, a determinadas aplicaciones que abarcan la descripción de materiales de terraplén.

En el marco del sistema AASHTO, se lleva a cabo una clasificación de suelos que abarca ocho (8) grupos principales denominados A-1 hasta A-8. Esta clasificación se fundamenta en la distribución granulométrica de los suelos, así como en sus valores de límite líquido e índice de plasticidad. Los suelos pertenecientes a los grupos A-1, A-2 y A-3 son considerados materiales de grano grueso, mientras que aquellos englobados en los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7 son clasificados como materiales de grano fino.

Por otro lado, el grupo A-8 abarca suelos como la turba, compostas orgánicas y otros suelos con elevado contenido de materia orgánica, cuya identificación se realiza mediante inspección visual. El procedimiento para aplicar el sistema AASHTO se encuentra detallado en la siguiente tabla:

Tabla 13. Clasificación de suelos y mezclas suelo-agregados del sistema AASHTO

CLASIFICACION GENERAL	SUELOS GRANULARES Pasa tamiz IRAM 75 micrómetros (N° 200) hasta el 35 %							SUELOS ARCILLOSO - LIMOSO Pasa tamiz IRAM 75 micrómetros (N° 200) más del 35 %			
	A - 1		A - 3	A - 2				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7 A - 7 - 5 A - 7 - 6
CLASIFICACION POR GRUPOS	A - 1 - a	A - 1 - b		A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7				
Ensayo de tamizado por vía húmeda. Porcentaje que pasa por:											
Tamiz IRAM de 2 mm. N° 10	Máx 50										
Tamiz IRAM de 425 micrómetros N° 40	Máx 30	Máx 50	Min 51								
Tamiz IRAM de 75 micrómetros N° 200	Máx 15	Máx 25	Máx 10	Máx 35	Máx 35	Máx 35	Máx 35	Min 35	Min 35	Min 35	Min 35
Características de la fracción que pasa por tamiz IRAM 425 micrómetros N° 40											
Límite Líquido ω_L (%)	-	-	-	Máx 40	Min 41	Máx 40	Min 41	Máx 40	Min 41	Máx 40	Min 41
Índice de Plasticidad I_p (%)	Máximo 6		No plástico	Máx 10	Máx 10	Min 11	Min 11	Máx 10	Máx 10	Min 11	Min 11
CONSTITUYENTES PRINCIPALES DE TIPOS MAS COMUNES	Fragmentos de rocas, grava y arena		Arena fina	Gravas y arenas arcillosas limosas				Suelos limosas		Suelos arcillosos	
COMPORTAMIENTO GENERAL COMO SUBRASANTE	Excelente a bueno					Regular a pobre					

El índice plástico del Sub - Grupo A - 7 - 5 es igual o menor que Límite Líquido menos 30. ($I_p \leq (\omega_L - 30)$).

El índice plástico del Sub - Grupo A - 7 - 6 es mayor que Límite Líquido menos 30. ($I_p > (\omega_L - 30)$).

$I_p = \omega_L - \omega_p$ $\omega_p =$ Límite Plástico

El índice de Grupo debe ser indicado entre paréntesis después del símbolo del grupo (ej.: A-2-6 (3) y debe ser un número entero, si da menor que cero el IG es igual a cero.

$IG = (F - 35) [0,2 + 0,005 (\omega_L - 40)] + 0,01 (F - 15) (I_p - 10)$

F = % que pasa el tamiz IRAM 75 micrómetros (N° 200)

Nota: Tomado por el autor de la norma ASTM D-3282 (2016).

Por otro lado, la evaluación cualitativa de un suelo como sub-rasante de una vía, se lleva a cabo considerando el índice de grupo (GI), el cual es un número que depende del porcentaje pasante por el tamiz #200 (F200), el límite líquido (LL), y el índice de plasticidad (IP). La expresión para calcular el índice de grupo es la siguiente:

$$GI = (F_{200} - 35) \times [0,2 + 0,005 \times (LL - 40)] + 0,01 \times (F_{200} - 15) \times (IP - 10)$$

Entre mayor sea el valor de GI de un suelo, menor calidad de este como sub-rasante. Así, un GI de 20 o superior, es indicativo de un material muy pobre para su empleo con este propósito. Como se observa en la Tabla anterior, cuanto mayor contenido de partículas finas tenga el suelo, menor será su calidad como sub-rasante, y mayor su GI.

A modo de ejemplo:

Para ejemplificar la clasificación de suelos en el sistema AASHTO, consideremos un suelo con los siguientes valores:

- Porcentaje pasante por el tamiz #200 (F200) = 20%
- Límite líquido (LL) = 30
- Índice de plasticidad (IP) = 15

Primero, determinamos el índice de grupo (GI) utilizando la fórmula proporcionada:

$$GI = (F200 - 35) \times [0,2 + 0,005 \times (LL - 40)] + 0,01 \times (F200 - 15) \times (IP - 10)$$

Sustituyendo los valores dados:

$$GI = (20 - 35) \times [0,2 + 0,005 \times (30 - 40)] + 0,01 \times (20 - 15) \times (15 - 10)$$

Calculando:

$$GI = (-15) \times [0,2 + 0,005 \times (-10)] + 0,01 \times (5) \times (5)$$

$$GI = (-15) \times [0,2 - 0,05] + 0,01 \times 5 \times 5$$

$$GI = (-15) \times [0,15] + 0,25$$

$$GI = (-2,25) + 0,25$$

$$GI = -2$$

El índice de grupo (GI) calculado es -2. Este valor negativo indica que el suelo es de buena calidad como sub-rasante para vías, ya que un GI negativo es indicativo de un material con buenas propiedades de soporte. En la tabla de clasificación de suelos y mezclas suelo-agregados del sistema AASHTO, este suelo podría corresponder al grupo A-1-a o A-1-b, dependiendo de otros factores como la densidad relativa o la compactación.

6.2.2.3. Método de Clasificación Cartográfica de la FAO-Unesco.

Las unidades cartográficas en un mapa mundial de suelos deben ser lo suficientemente amplias para representar de manera precisa la distribución de los suelos a escala global, incluyendo una variedad de elementos representativos de las grandes regiones. Estas unidades o asociaciones de suelos están presentes dentro de los límites de entidades fisiográficas cartografiadas. Cuando una unidad cartográfica no es homogénea, está compuesta por un suelo dominante y suelos asociados, estos últimos cubriendo al menos el 20% de la superficie.

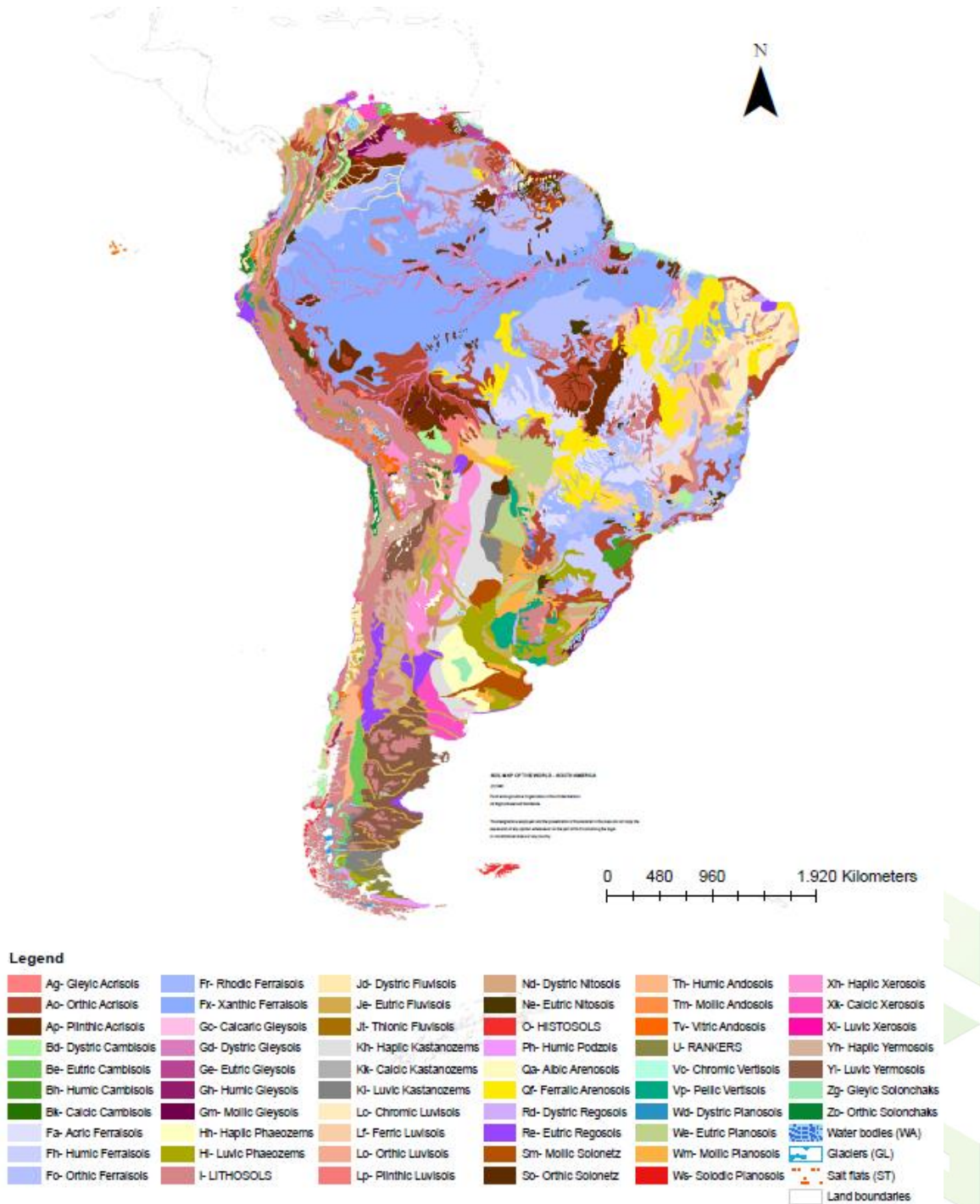
La leyenda del mapa de suelos muestra diferentes elementos, incluyendo las clases texturales que indican las proporciones relativas de arcilla, limo y arena en el suelo, así como las clases de inclinación que reflejan el grado de pendiente en cada zona delimitada por una asociación de suelos. Las clases texturales se limitan a tres en el mapa debido a la escala, aunque la textura del suelo requiere una definición más precisa para fines de ordenación. Las clases de inclinación indican el efecto de la pendiente en aspectos como el avenamiento, la erosión y la mecanización, diferenciándose en tres categorías según la pendiente dominante.

Para comprender como funciona, es importante tener en cuenta que cada continente y/o su subdivisión particular cuenta con un mapa específicos. América del Sur tiene su propio mapa, y es independiente al caribe y centro américa, que conforman uno y de norte américa, que se divide en dos tipos (en la siguiente página se puede observar los suelos de sur américa, en su unidad cartográfica de mayor representatividad, constituida por dos o tres letras).

Por ejemplo, la región de Valledupar y el departamento del Cesar tiene una clasificación específica Lc6-3a, esto tiene un significado particular que ya se explorará posteriormente (ver figura 9). Por ahora, se presentarán los ejemplos extraídos de la FAO-UNESCO volumen 1: Leyenda de los mapas.

A modo de ejemplo: Las unidades cartográficas en el mapa están representadas por símbolos que muestran el suelo dominante, seguidos de una cifra que corresponde a la descripción en la leyenda del mapa. Por ejemplo, "Lc5" indica Luvisoles y vertisoles crómicos, mientras que "Fo2" representa Ferralsoles órticos y arenosoles ferrálicos.

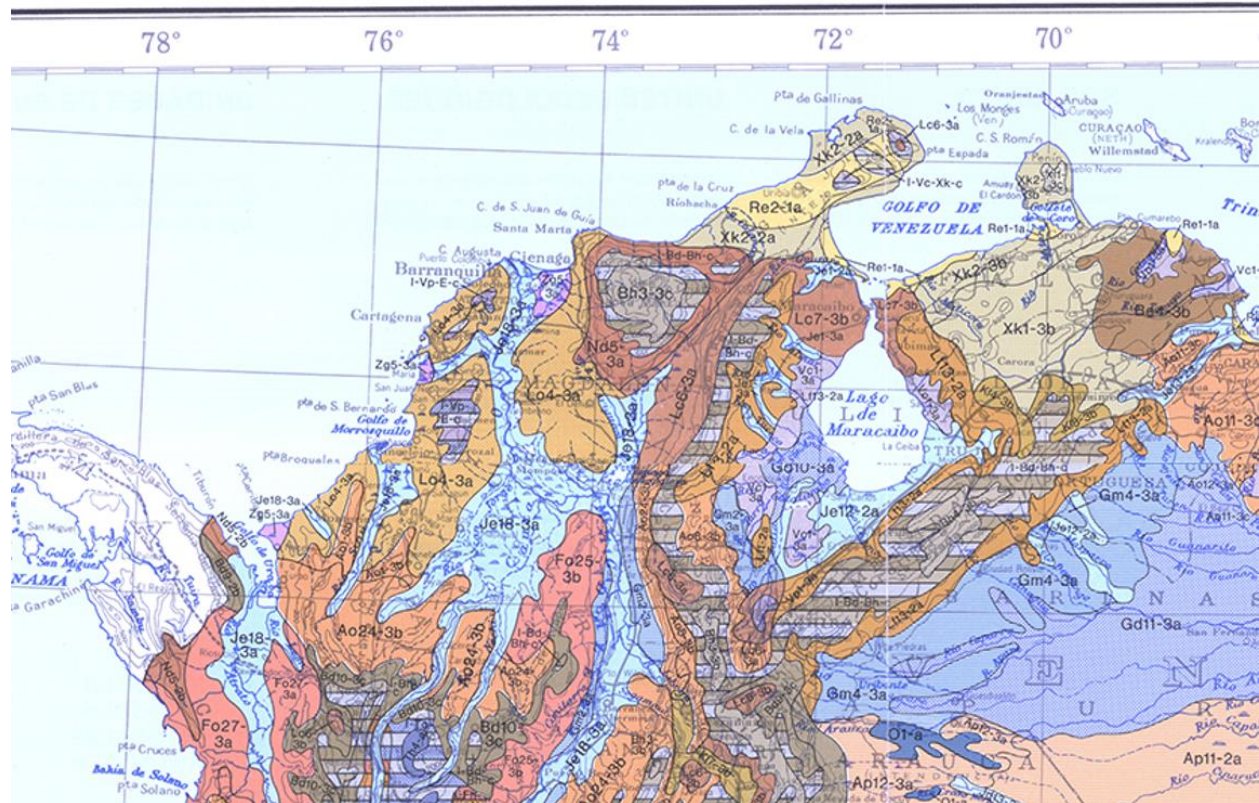
Figura 8. Clasificación General de los suelos con el método de las Unidades Cartográficas de la FAO-UNESCO de América del Sur.



Nota: Tomado de la FAO-UNESCO. 2024.

Cuando los litosoles son predominantes, se utilizan símbolos como "I-Bd" para Litosoles y cambisoles dísticos, o "I-Le-To" para Litosoles, luvisoles crómicos y andosoles félicos. Si no hay suelos asociados, se usa solo el símbolo "I".

Figura 9. Clasificación específica de los suelos con el método de las Unidades Cartográficas de la FAO-UNESCO de la Región Caribe colombiana y parte de Venezuela



Nota: Tomado de la FAO-UNESCO. 2024. Las clasificaciones específicas son diferentes por continentes, es por ello por lo que la FAO y la UNESCO, se han encargado de generar un manual/libro y mapa para cada uno de los continentes y sus seccionamientos.

La información sobre la textura del suelo dominante se indica colocando la cifra correspondiente a la clase textural después del símbolo de asociación, separada por un guión. Por ejemplo, "Lc5-3" indica Luvisoles crómicos de textura fina y vertisoles crómicos. En casos donde hay dos grupos de texturas, se utilizan dos cifras, como en "Wm2-2/3" para Planosoles mólicos de textura media y fina, y vertisoles pélicos.

Si se conoce el relieve, las clases de inclinación se indican con una letra minúscula (a, b o c) después de la notación de textura. Por ejemplo, "Lc5-3a" representa Luvisoles crómicos de textura fina y vertisoles crómicos con una pendiente de llana a suavemente ondulada. En situaciones complejas con dos tipos de topografía, se usan dos letras, como en "Fx1-2ab" para Ferralsoles xánticos de textura media y pendientes de llanas a fuertemente onduladas.

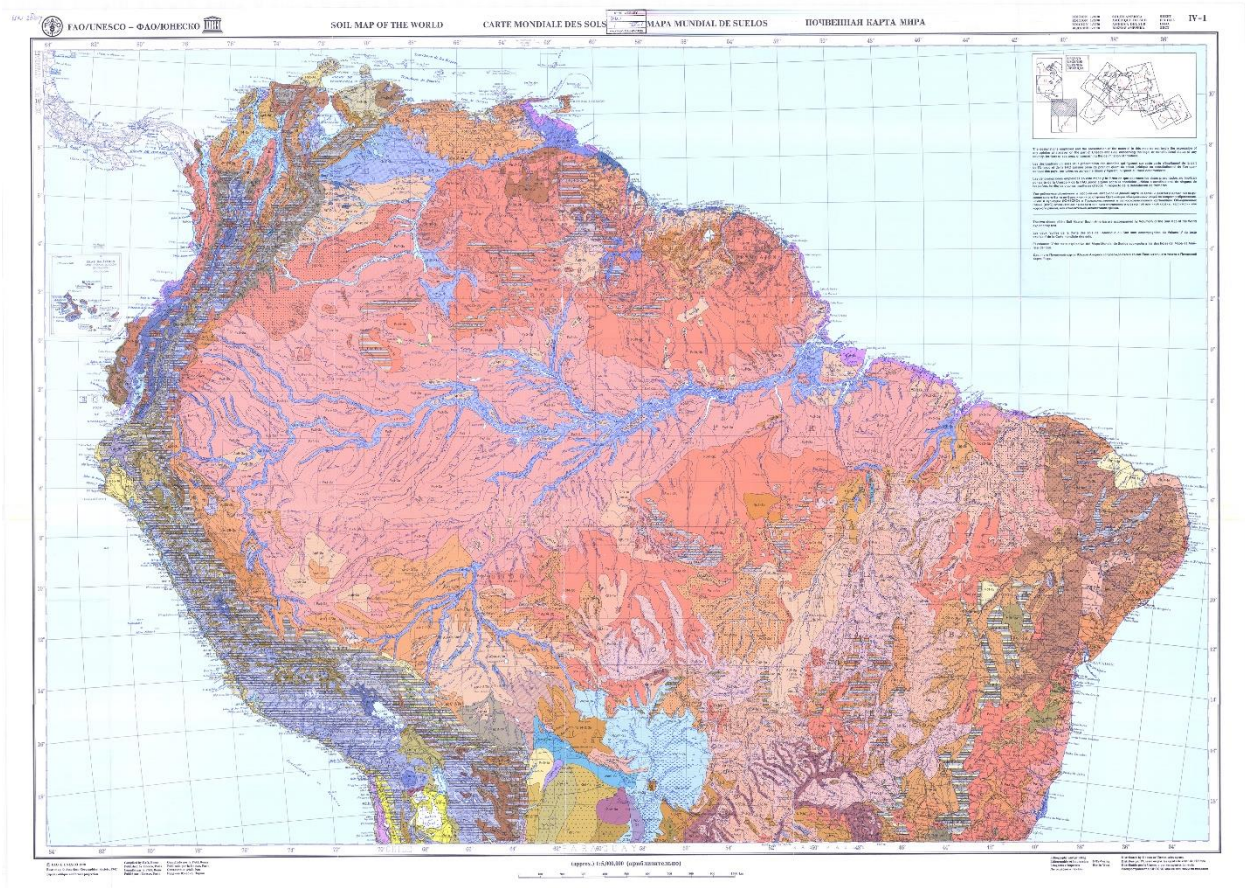
Cuando no hay información sobre la textura, la letra minúscula que indica la clase de inclinación aparece después del símbolo de asociación, como en "I-Be-c" para Litosoles y cambisoles éitricos con una inclinación socavada.

La clasificación de los suelos puede ser muy extensa, es por ello, que este tipo de método, que es taxonómico y tiene un amplio significado desde lo ambiental y lo agrológico, así como de la configuración del paisaje y su desgaste erosivo cobran relevancia en un proceso integrador y unísono tanto de Colombia, como de América del Sur y del Mundo entero.

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) se ajusta a esta clasificación y en el establecimiento de los mapas de vocación y uso del suelo, también ha utilizado este método y por departamento tienen archivos de capa que son muy específicos y ayudan a la planeación territorial y el ordenamiento rural y urbano de las entidades territoriales, además, permite tener un buen grado de control sobre las intenciones de las políticas administrativas.

Retomando el ejemplo del suelo Lc6-3a, que se encuentra en el departamento del Cesar también, este puede ser, identificado como Lc (Luvisoles crómicos) y Lc6-3a (con clase agrológica VI [6], de textura fina [3] y zona de llana a ondulada[a]) según el Digital Soil Map of the World (DSMW) de la FAO, además, este DSMW proporciona otros datos comunes como presencia de limo y arcillas, pH, Materia Orgánica, Nitrógeno, Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), Relación Carbono/Nitrógeno (C/N), presencia de Carbonatos Cálculos (CaCO_3) y la densidad aparente. Todos estos parámetros en suelo y subsuelo, puesto que esta gran recopilación no es más que un procesamiento de una gigantesca base de datos trabajadas con BigData. Esto lleva a conocer los parámetros de caracterización del suelo, que es importante distinguirlos y para ello se pueden ver en la resolución 340 del 2024 del IGAC.

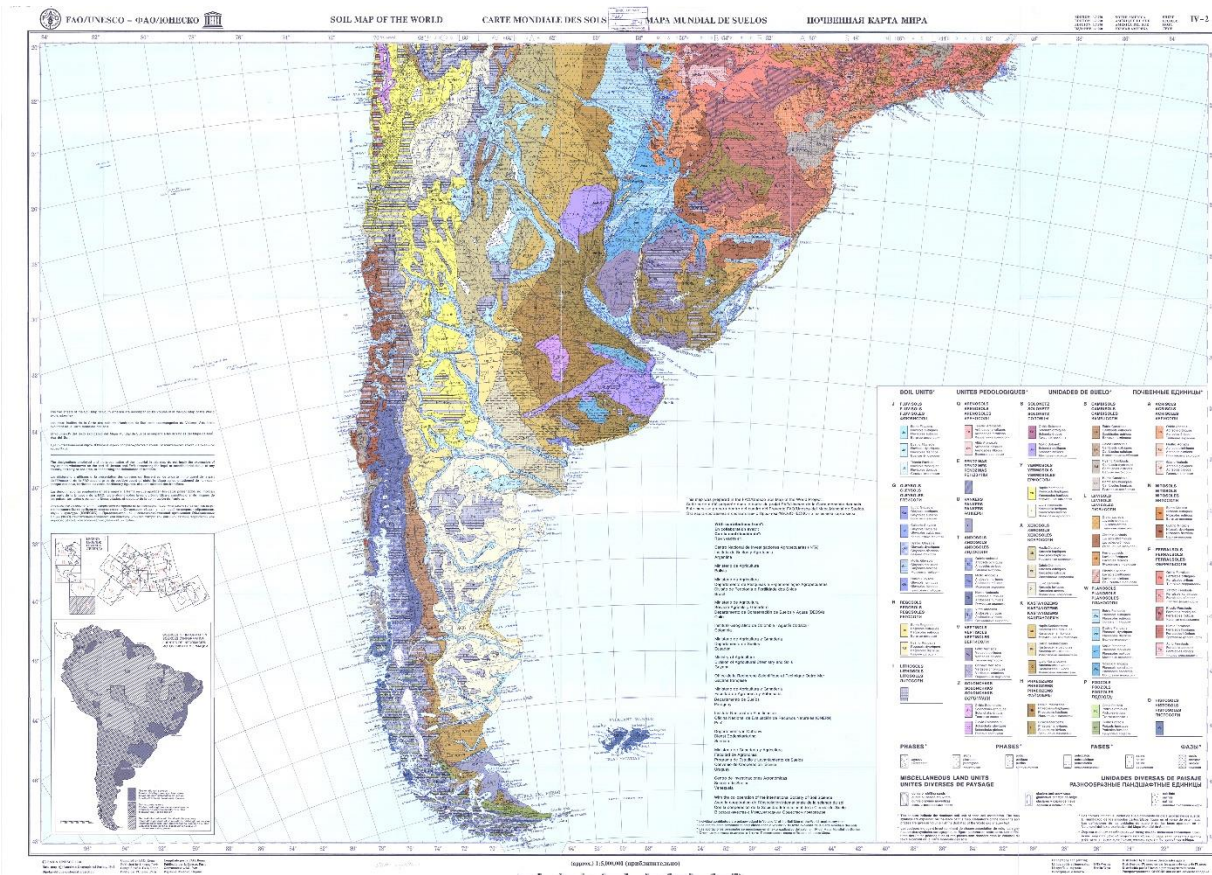
Figura 10. Carta A (Norte) de los suelos específicos de América del Sur



Nota: Tomado de la FAO-UNESCO. 2024. Las clasificaciones específicas son diferentes por continentes, es por ello por lo que la FAO y la UNESCO, se han encargado de generar un manual/libro y mapa para cada uno de los continentes y sus seccionamientos.

Por cuestión de espacio, en la siguiente página se presenta el complemento del mapa presentado anteriormente.

Figura 11. Carta B (Sur) de los suelos específicos de América del Sur



Nota: Tomado de la FAO-UNESCO. 2024. Las clasificaciones específicas son diferentes por continentes, es por ello por lo que la FAO y la UNESCO, se han encargado de generar un manual/libro y mapa para cada uno de los continentes y sus seccionamientos.

Para ampliar el conocimiento de las clases generales del suelo y las convenciones y nominaciones normales, en la próxima página se presentarán también la leyenda del mapa anterior, en forma ampliada para que pueda ser distinguido con mayor calidad.

Figura 12. Nomenclaturas, Convenciones y Leyendas de las Unidades Cartográficas del Suelo correspondientes a América del Sur



Nota: Tomado de la FAO-UNESCO. 2024. Las clasificaciones específicas son diferentes por continentes, es por ello por lo que la FAO y la UNESCO, se han encargado de generar un manual/libro y mapa para cada uno de los continentes y sus seccionamientos.

6.3. FORMULACIÓN DE PRÁCTICAS DE MEJORA Y USO EN LA TRANSVERSALIDAD Y VINCULACIÓN ACADÉMICA DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA, PARA CON EL LABORATORIO DE SUELOS EN LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR.

6.3.1. Recomendaciones de Dotación del Laboratorio

Considerando que hay una línea base de equipos, herramientas, instrumentos, elementos y otros insumos, se hace necesario primero establecer recomendaciones de reparación, mantenimiento y calibración:

- Espectrofotómetro: Calibración necesaria.
- Conductímetro: Calibración necesaria.
- Estereoscopio: Reparación de ocular.
- Mufla: Reparación eléctrica necesaria.
- pH-metro: Calibración necesaria.

Por otra parte, en cuanto a adquisición, para mejorar la dotación del laboratorio

Reactivos químicos:

- Ácidos y bases básicos como ácido clorhídrico (HCl), ácido sulfúrico (H₂SO₄), hidróxido de sodio (NaOH), etc.
- Soluciones búfer simples como fosfato de potasio dibásico/monobásico (KH₂PO₄/K₂HPO₄) para ajuste de pH.
- Indicadores de bajo costo como fenolftaleína, tornasol, entre otros.

Medios de cultivo:

- Medios de cultivo básicos como agar nutritivo para cultivos microbiológicos simples.
- Componentes para la preparación de medios de cultivo, como extracto de levadura, peptona, agar, glucosa, etc.

Productos para extracción y preparación de muestras:

- Solventes comunes como alcohol etílico, acetona, etc., para la limpieza de equipos y preparación de muestras.
- Soluciones salinas básicas para lavado y extracción de muestras, como solución salina fisiológica.

Productos para análisis físico-químicos:

- Materiales básicos de vidrio como tubos de ensayo, matraces Erlenmeyer, pipetas graduadas, probetas, etc.
- Papel filtro simple para filtración.
- Crisoles y embudos básicos para filtración y separación de componentes.

Materiales de vidrio:

- Priorizar la adquisición de los elementos de vidrio más esenciales y económicos, como tubos de ensayo, matraces Erlenmeyer y pipetas.
- Productos de seguridad:
- Guantes de nitrilo económicos.
- Gafas de seguridad básicas.
- Bata de laboratorio de bajo costo.

Materiales de empaque y almacenamiento:

- Bolsas para cultivo de bajo costo.
- Envases de plástico simples y económicos para almacenamiento de muestras y reactivos.
- Productos de limpieza y desinfección:

- Alcohol isopropílico para limpieza de superficies.
- Detergentes suaves y económicos para limpieza de material de laboratorio.

Calibración y mantenimiento:

- Soluciones patrón económicas para calibración de equipos como el pH-metro y el conductímetro.
- Kits básicos de limpieza y mantenimiento para equipos como el espectrofotómetro.

Otros materiales específicos:

- Considerar la compra de materiales adicionales según las necesidades específicas de los cursos o investigaciones académicas, como mecheros de alcohol, microscopios simples, termómetros básicos, etc.

6.3.2. Recomendaciones de Aplicaciones Transversales

La adquisición de los nuevos materiales, junto con los equipos, herramientas e instrumentos ya existentes en el laboratorio, tendría un impacto transversal significativo en diversas áreas de estudio dentro de la carrera. Por ejemplo, en Diseño y Tecnología del Concreto, se podrían utilizar los reactivos químicos y medios de cultivo para estudiar la composición y reacción de los materiales utilizados en la construcción. En Hidrología, los instrumentos de medición como el conductímetro y el hidrómetro serían fundamentales para analizar la calidad del agua y la concentración de minerales disueltos. En Geología, se podrían realizar análisis fisicoquímicos utilizando los equipos y reactivos para caracterizar muestras de suelos y rocas. Además, en Ecología y Recursos Naturales, los instrumentos de medición y los reactivos serían útiles para evaluar la calidad del aire, agua y suelo, así como para estudiar la biodiversidad y los ecosistemas.

Esta diversidad de aplicaciones demuestra cómo el laboratorio equipado de manera integral puede enriquecer el aprendizaje y la investigación en diversas áreas relacionadas con el medio ambiente, la construcción, la gestión de recursos y la ciencia de la Tierra. La implicación de esta práctica es netamente en el ciclo profesional de la carrera: Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

Para ampliar el conocimiento y teniendo en cuenta el pensum del programa, se destacan las mencionadas y otras adicionales que se consideran relacionadas indirectas con la materia suelos, con el fin de enriquecerla y hacerla más didáctica y compatible con otros contextos académicos y de enseñanza teórica, práctica y mixta.

Geología: Un tema transversal entre la materia Suelos y Geología es el estudio de la formación y evolución de los suelos en relación con los procesos geológicos que han actuado sobre el paisaje a lo largo del tiempo geológico. Esto incluye la identificación de materiales parentales, la influencia de la tectónica de placas en la distribución de suelos, y la interpretación de perfiles geológicos para entender la composición y estructura de los suelos en diferentes contextos geológicos.

Topografía: En el ámbito de la Topografía, un tema transversal sería la utilización de técnicas topográficas para el mapeo y caracterización detallada de suelos, incluyendo la elaboración de mapas de unidades de suelos, la medición de perfiles de suelos y la generación de modelos digitales del terreno que permitan analizar la distribución espacial de los suelos en un área determinada.

Hidrología: Un tema transversal entre Suelos y Hidrología es el estudio de la interacción suelo-agua, que abarca aspectos como la infiltración y almacenamiento de agua en el suelo, la influencia de la textura y estructura del suelo en la capacidad de retención y liberación de agua, y la evaluación de la calidad del agua en función de las características físico-químicas de los suelos que actúan como filtros naturales.

Resistencias de Materiales: En cuanto a Resistencias de Materiales, un tema transversal sería la caracterización geotécnica de los suelos, que implica el estudio de su capacidad portante, compresibilidad, permeabilidad y resistencia a esfuerzos mecánicos, aspectos fundamentales para el diseño seguro de cimentaciones, estructuras de contención y obras de infraestructura.

Diseño y Tecnología del Concreto: En Diseño y Tecnología del Concreto, un tema transversal sería la selección de materiales granulares para la elaboración de mezclas de concreto, considerando la granulometría, la capacidad de compactación y la resistencia a la compresión de los agregados pétreos, así como el análisis de la interacción suelo-concreto en obras de cimentación y pavimentación.

Ecología: Un tema transversal sería el estudio de los suelos como hábitat y reservorio de biodiversidad, abordando aspectos como la microbiología del suelo, la dinámica de nutrientes, la influencia de la cobertura vegetal en la calidad del suelo, y la restauración de suelos degradados como estrategia de conservación de ecosistemas y servicios ecosistémicos.

Recursos Naturales: En relación con Recursos Naturales, un tema transversal sería la evaluación de los suelos como recurso clave para la producción agrícola, forestal y ganadera, así como para la conservación de la biodiversidad y la protección de cuencas hidrográficas, integrando criterios de sostenibilidad y manejo adecuado de los recursos naturales.

Manejo de Cuencas: Un tema transversal sería el análisis de la influencia de los suelos en la dinámica hidrológica de las cuencas, incluyendo aspectos como la erosión del suelo, la infiltración y recarga de acuíferos, la gestión de suelos como medida de control de inundaciones y la planificación de usos del suelo en función de la conservación de recursos hídricos.

Tratamiento de Residuos: En Tratamiento de Residuos, un tema transversal sería la gestión de suelos contaminados, abordando estrategias de remediación y restauración de suelos afectados por actividades industriales, agrícolas o urbanas, así como el análisis de la capacidad de los suelos para retener y degradar contaminantes orgánicos e inorgánicos.

Control de Contaminación Atmosférica: Por último, en Control de Contaminación Atmosférica, un tema transversal sería la relación entre la calidad del suelo y la calidad del aire, considerando aspectos como la emisión y deposición de contaminantes atmosféricos en los suelos, la capacidad de los suelos para adsorber y degradar contaminantes gaseosos, y la evaluación de riesgos ambientales asociados a la contaminación del suelo y el aire.

7. CONCLUSIONES

La evaluación del inventario de Elementos, Instrumentos, Herramientas y Equipos (EIHE) en el laboratorio de suelos resalta la importancia de invertir recursos para mejorar estas instalaciones. Los hallazgos muestran una variedad de equipos esenciales, como la balanza, el espectrofotómetro y el pH-metro, necesarios para análisis químicos detallados del suelo. La presencia de herramientas como el molino y la picadora asegura una preparación adecuada de muestras, pero se señala la ausencia de microscopios y otros equipos clave que limitan la capacidad del laboratorio para análisis físicos y biológicos más avanzados. Estos resultados subrayan la necesidad de adquirir equipos adicionales y mantenerlos en buen estado para garantizar resultados precisos y completos en las investigaciones de suelos.

Además, la valoración técnica de los EIHE evidencia deficiencias en la calibración y mantenimiento de varios equipos, lo que impacta negativamente en la precisión de los análisis químicos. La falta de ciertos reactivos y soluciones también representa un obstáculo para obtener resultados confiables. La carencia de medios de cultivo y equipos biológicos restringe aún más la capacidad del laboratorio para estudios detallados de la composición biológica del suelo. Estos hallazgos resaltan la necesidad no solo de adquirir más equipos y herramientas, sino también de asignar presupuesto para el mantenimiento y la reposición de materiales e insumos, lo que permitiría al laboratorio cumplir plenamente con sus objetivos de investigación y análisis en el estudio de suelos.

El fortalecimiento académico en los laboratorios de suelos se fundamenta en la necesidad de mantener equipos, herramientas e instrumentos en óptimas condiciones para realizar actividades prácticas con precisión. La calibración adecuada de los equipos, como los tamices para granulometría y los equipos de ensayo para determinar propiedades mecánicas, es crucial para obtener resultados confiables en análisis químicos y físicos, evitando mediciones inexactas que podrían comprometer la calidad de los datos obtenidos.

Además, la disponibilidad de herramientas como microscopios para estudios de textura, espectrofotómetros para análisis de nutrientes y muestras de suelo, y software especializado para interpretar resultados, son fundamentales para llevar a cabo análisis detallados y completos. Asimismo, contar con un sistema de gestión de datos que permita organizar y analizar la información de manera eficiente contribuiría significativamente a la adquisición de conocimiento novedoso y actualizado en el campo de la edafología.

Por otro lado, la integración de la teoría con la práctica es esencial para una formación académica sólida en el campo de la edafología. La realización de actividades prácticas en los laboratorios, utilizando herramientas como simuladores de suelos para prácticas virtuales y software de modelado para análisis de datos geotécnicos, complementa el aprendizaje teórico. Este enfoque integral, respaldado por la disponibilidad de herramientas y equipos modernos y actualizados, mejora la calidad de la enseñanza y contribuye a la generación de conocimiento actualizado y aplicable en áreas como la ingeniería geotécnica y la construcción de infraestructuras civiles, donde la comprensión de las propiedades del suelo es fundamental para el diseño y mantenimiento de estructuras, pero sobre todo, para entender la afectación que puede sufrir y son herramientas útiles de planificación para la gestión ambiental.

Las recomendaciones de dotación para el laboratorio de suelos abarcan tanto aspectos de calibración y mantenimiento de equipos existentes como la adquisición de nuevos materiales y reactivos. Es esencial priorizar la calibración de equipos como el espectrofotómetro, el conductímetro, la mufla y el pH-metro para garantizar mediciones precisas y confiables. Asimismo, se deben reparar aquellos equipos que requieren atención eléctrica o de los componentes ópticos. Además, la adquisición de reactivos químicos, medios de cultivo, materiales de vidrio, productos para extracción de muestras y análisis físico-químicos, elementos de seguridad y limpieza, así como soluciones patrón para calibración, contribuiría significativamente a fortalecer la dotación del laboratorio y mejorar la calidad de las prácticas académicas y de investigación.

Estas recomendaciones de dotación y aplicaciones transversales tienen un impacto integral en diversos campos de estudio dentro de la carrera de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. La diversidad de aplicaciones abarca desde el estudio de la composición y reacción de materiales en el Diseño y Tecnología del Concreto hasta la evaluación de la calidad del agua y la interacción suelo-agua en Hidrología. Asimismo, se abordan aspectos de Geología, Ecología, Recursos Naturales, Resistencias de Materiales, Manejo de Cuencas, Tratamiento de Residuos y Control de Contaminación Atmosférica, lo que demuestra la relevancia y el potencial del laboratorio de suelos como un espacio integral para el aprendizaje, la investigación y la aplicación práctica de conocimientos en múltiples disciplinas relacionadas con el medio ambiente y los recursos naturales.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Society for Testing and Materials [ASTM]. (1985). *Classification of Soils for Engineering Purposes: Annual Book of ASTM Standards*, D 2487-83, 04.08. pp. 395-408.
- ASTM. (02 de agosto de 2020). *ASTM D2487-17: Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)*. Obtenido de ASTM Site Web: <https://www.astm.org/standards/d2487>
- Espinosa, E., González, K., & Hernández, L. (2016). Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Entramado*, 12(1), 266-281. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/2654/265447025017/html/>
- Evet, Jack and Cheng Liu (2007), *Soils and Foundations* (7 edición), Prentice Hall, pp. TBD, ISBN 0132221381.
- FAO/USDA. (1975). *The Twelve Orders of Soils Taxonomy. Washintong, United States: Sistema Nacional de Clasificación de Suelos de los Estados Unidos*. Obtenido de ftp://ftp-fc.sc.egov.usda.gov/NSSC/Soil_Taxonomy/keys/2010_Keys_to_Soil_Taxonomy.pdf
- IGAC. (11 de mayo de 2021). *Descripción Unidades Cartográficas de Suelos*. Obtenido de Instituto Geográfico Agustín Codazzi: <https://antiguo.igac.gov.co/es/contenido/descripcion-unidades-cartograficas-de-suelos>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC]. (2024). Resolución 340 de 26 de marzo de 2024: “Por la cual se fijan los precios unitarios de venta de los productos y servicios a cargos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC y se dictan otras disposiciones”. Bogotá D.C., Colombia. Obtenido de: <https://www.igac.gov.co/sites/default/files/transparencia/normograma/Resolución%20de%20precios%20340%20de%202024.pdf>
- Instituto Nacional de Vías [INVIAS]. (2022). Resolución 1524 de 06 de mayo de 2022: “Por la cual se adoptan y actualizan las especificaciones generales de construcción de

carreteras, como Norma Técnica para los proyectos de la Red Vial Nacional". Bogotá D.C., Colombia. Obtenido de:

https://xperta.legis.co/visor/legcol/legcol_07de08c72ac546188cd06a9423dbc510

ISO. (2017). ISO/IEC 17025: *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración*. Ginebra, Suiza: International Standard Organization. Obtenido de:

<https://e-collection-icontec-org.bdigital.sena.edu.co/pdfview/viewer.aspx?locale=es-US&Q=E57A98F13E48781232BE40434D1DC0892B1DA961E0A07526&Req=>

Mexicano, A., Hernández, M., Carmona J., Cervantes S., y Montes, P. (2024). Mejora de procesos de laboratorio de mecánica de suelos aplicando herramientas de manufactura esbelta. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*. versión On-line ISSN 2007-7467. Obtenido de:

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-74672023000200141

Presidencia de la República. (1984). *Decreto 1400 de 1984: Por el cual se adopta el Código Colombiano de Construcciones Sismo-Resistentes*. Imprenta Nacional. Bogotá D.C., Colombia. Obtenido de:

https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/compilacion/docs/decreto_1400_1984.htm

Trow, M. (2007). Reflections on the Transition from Elite to Mass to Universal Access: Forms and Phases of Higher Education in Modern Societies since WWII. In: Forest, J.J.F., Altbach, P.G. (eds) *International Handbook of Higher Education*. Springer International Handbooks of Education, vol 18. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4012-2_13

UNICESAR. (2023). *Lineamientos y Guía Orientadora para la Estructuración de Informes de Prácticas Académicas en el Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad Popular del Cesar*. Valledupar, Cesar, Colombia: Universidad Popular del Cesar.

ANEXOS

Carta de aprobación de las prácticas:



**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



#UPCRumboaAcreditaciónenCalidad

Valledupar, 22 de agosto de 2023

Señores:

FACULTAD DE INGENIERIAS Y TECNOLOGICAS

Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR.

Asunto: Presentación de inicio del estudiante - Prácticas académicas 2023-2.

Cordial saludo,

Por medio del presente, el Departamento de Ingeniería Ambiental y Sanitaria previo cumplimiento de los requisitos reglamentarios, presenta el estudiante **ELUAN FABIAN BLANCO PALOMINO** identificado con CC: 1003039486 quien fue aceptada para el desarrollo de las prácticas (Desde el 15 de agosto hasta el 15 de diciembre del 2023) en su empresa y/o institución en el área **Ambiental y/o Sanitaria**, conforme a la solicitud allegada al Departamento y/o Comité de Investigación del Programa. En ese sentido, si el estudiante es seleccionado, deberá allegar la carta (Con funciones u actividades a desarrollar según perfil académico, fecha de inicio y terminación, nombre supervisor y si la entidad asume o no la ARL). El estudiante podrá desempeñarse en distintos roles relacionados con las áreas del diseño técnico, gestión y evaluación ambiental, tales como:

"Investigador de la problemática Ambiental y Sanitaria; Director, evaluador y ejecutor de estudios de impacto ambiental; Evaluador de los factores que inciden en la contaminación Ambiental; Diseñador, constructor y evaluador de obras de Saneamiento Básico; Coordinador de acciones tendientes al manejo y preservación de los recursos naturales; Coordinador, director, evaluador, y participante en la formulación de Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas - POMCAS; Gestor para el manejo de los residuos líquidos y sólidos; Director, evaluador, ejecutor y administrador de obras que prevengan, mitiguen y corrijan los impactos ambientales; Liderar y gestionar proyectos de creación, organización y administración de empresas de consultoría ambiental; Elaborar y desarrollar planes de capacitación en las áreas que competen al profesional en ingeniería ambiental y sanitaria; entre otros roles de acuerdo con su perfil y programa académico".

Durante el desarrollo de la práctica académica y permanencia en la empresa y/o institución **MÍNIMO 640 HORAS**, el estudiante debe presentar ante el comité de investigación del programa, los respectivos planes e informes **FASE 1 y FASE 2** de conformidad con lo dispuesto en el **cronograma semestral de prácticas académicas 2023-2, lineamientos del comité de investigación y reglamento de modalidades de grado para los programas de pregrado de ingeniería y tecnológicas**. El estudiante y/o empresa debe enviar a los correos: ambiental@unicesar.edu.co y proyectosambiental@unicesar.edu.co la afiliación a la ARL antes de iniciar actividades.

Con gratitud,



Ing. REINEL FAJARDO CASAS
Director

Documento con firma digital. La adulteración de su contenido constituye fraude y/o delito conforme a la ley.

Proyectó: Melissa Mileth Martínez Maestre - Secretaria comité de Investigación del programa.

Con copia a: Comité de Investigación del programa.



CO-9C-CER818728



www.unicesar.edu.co
Balneario Hurtado Vía a Patilla. PBX (57) (5) 5845336 EXT. 1052
Línea de atención al ciudadano 01 8000 400380
Valledupar Cesar Colombia

Seguro de vida del Estudiante Adscrito a la práctica

COMPROBANTE DE RADICACIÓN DE LA AFILIACIÓN DEL DIA 29/08/2023

VIGILADO SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA

DATOS DE LA EMPRESA

Tipo documento:	NI	Número de documento:	892300285	Cédula Usuario:	CC 77019587
Nombre:	UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR				
Dirección:	KM 1VIPATILLAL BALNEARIO HURTADO				
Departamento:	CESAR	Municipio:	VALLEDUPAR		
Correo electrónico:	RECURSOSHUMANOS@UNICESAR.EDU.CO				
Teléfono:	5843517	Tarifa:	0.522		
Actividad Económica:	1854301 EDUCACION DE INSTITUCIONES UNIVERSITARIAS O DE ESCUELAS TECNOLOGICAS, INSTITUCIONES UNIVERSITARIAS O ESCUELAS TECNOLOGICAS LAS FACULTADAS PARA OFRECER PROGRAMAS DE FORMACION EN OCUPACIONES, PROGRAMAS DE FORMACION ACADEMICA EN PROFESIONES O DISCIPLINAS Y PROGRAMAS DE ESPECIALIZACION HASTA EL NIVEL DE FORMACION MAESTRIA; INCLUYE LA ENSEANZA QUE OFRECE FUNDAMENTACION TEORICA Y METODOLOGICA DE UNA PROFESION Y UNA AMPLIA FORMACION PARA LA DIRECCION, EL DISEÑO Y LA GESTION.				

DATOS DEL USUARIO QUE REALIZA LA RADICACIÓN

Cédula Usuario	Nombres y Apellidos del Usuario
CC 77019587	ROBER TRINIDAD ROMERO RAMIREZ

DATOS AFILIADOS RADICADOS

Radicado	Cobertura	Documento	Nombre Trabajador	Riesgo	Tarifa	Tipo
1	5781	30/08/2023	CC 1003039486	BLANCO PALOMINO ELUAN	3	2.43600 Dependiente

OBSERVACIONES

Si tiene alguna duda con respecto a la tarifa o actividad económica de sus afiliados por favor dirjase a la oficina de POSITIVA más cercana o comuníquese con nuestra línea gratuita de atención a nivel nacional 01-8000-111-170 y en Bogotá al 3307000.

MS_4_1_3_P215 y_04

Cordial saludo,

 Gerencia de Afiliaciones y Novedades
 Positiva Compañía de Seguros S.A.

8A3E35F00AC463313A79A39664C12D6C

Certificado impreso el día 8/29/2023 2:49:12 PM por el portal de empresas Edesk

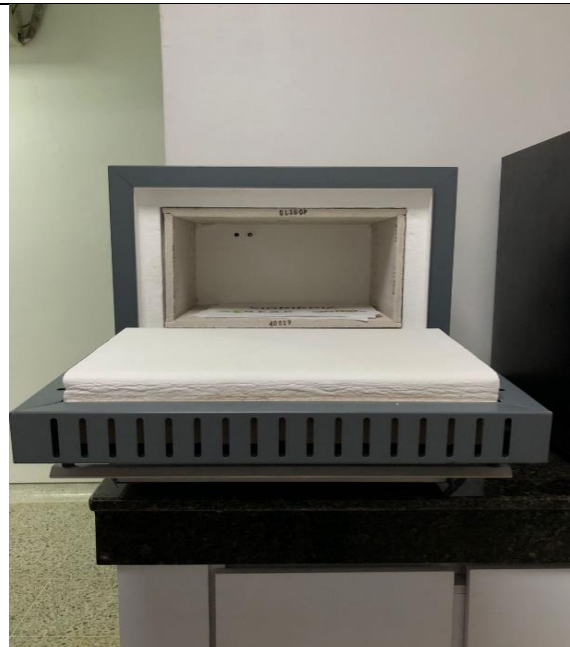

 Positiva Compañía de Seguros S.A. • Nit: 860.011.153-6 • Línea gratuita: 01-8000-111-170,
 Bogotá: 330-7000 / Portal Web: www.positiva.gov.co

Positiva Compañía de Seguros @PositivaCol PositivaColombia

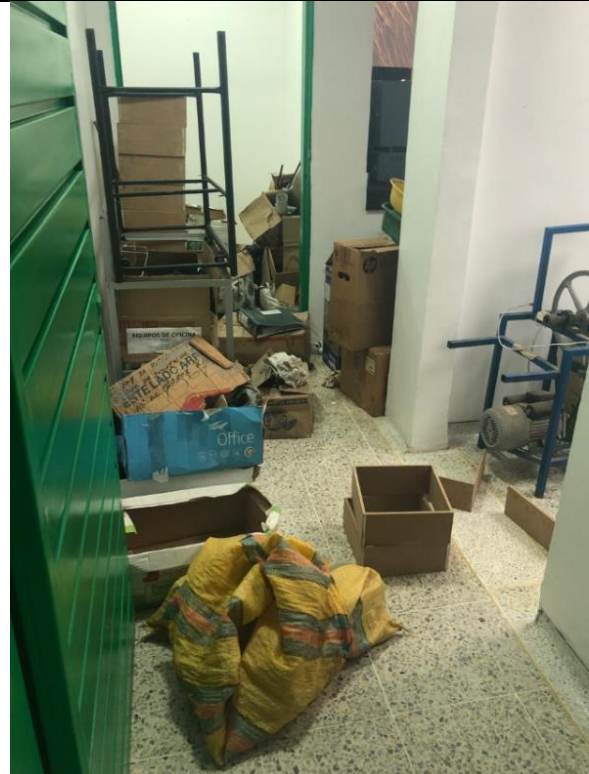

 El emprendimiento
 es de todos

Minhacienda

En el Desarrollo de esta práctica se tuvo en cuenta todas las recomendaciones adecuadas para llevar a cabo un inventario minucioso y selectivo. Las siguientes son evidencias que hacen tangible los resultados de este trabajo (algunas fotografías ya fueron adicionadas en el documento):







Participación en actividades académicas





Además, se identificaron los siguientes reactivos, los cuales se encontraban vencidos (con fecha de 2021, lo cual, llama la atención por el costo y valor que representan estos no solo para el laboratorio de suelos, sino, también para laboratorios de agua).

Insumo	Cantidad	Observación	Insumo	Cantidad	Observación
Acetato de amonio	2	Vencido	Cloruro de sodio liquido	1	Vencido
Acetato de amonio liquido	1	Vencido	Creolina	2	Vencido
Acetona	3	Vencido	Dicromato de potasio	1	Vencido
Ácido acético glacial	1	Vencido	Difenilamina	1	Vencido
Ácido clorhídrico 37%	2	Vencido	Difenilamina	1	Vencido
Ácido láctico	1	Vencido	Droga blanca	1	Vencido
Ácido l-ascórbico	1	Vencido	Fenolftaleína	1	Vencido
Ácido ortofosfórico 85%	1	Vencido	Fenolftaleína 1% Etanol 96%	1	Vencido
Ácido perclórico 70%	1	Vencido	Formaldehído 37-38% P/P	2	Vencido
Ácido sulfúrico 95-97%	2	Vencido	Fosfato de potasio	2	Vencido
Agar nutritivo	1	Vencido	Fosfato estandar	1	Vencido
Alcohol etanol	1	Vencido	Glicerina	1	Vencido
Aluminio	2	Vencido	Glucosa	1	Vencido
Amoniaco 30%	1	Vencido	Hidróxido de potasio	2	Vencido
Amonio heptamolibdato	1	Vencido	Hidróxido de sodio	1	Vencido
Bicarbonatos	1	Vencido	Hidróxido de sodio liquido	1	Vencido
Carbón activado	2	Vencido	óxido de antimonio potasico	1	Vencido
Carbonato de sodio anhidro	1	Vencido	Pastillas de kjeldahl	1	Vencido
Citrato de sodio 20mm	1	Vencido	Peróxido de hidrógeno 30%	1	Vencido
Citrato de sodio 50mm	2	Vencido	Polifosfato de sodio	2	Vencido
Citrato trisódico dihidrato	1	Vencido	Polivinilo de alcohol	1	Vencido
Clorhidrato de hidroxilamina	1	Vencido	Potasio dicromato	1	Vencido
Cloruro de amonio	1	Vencido	Potasio dihidrogenofosfato	1	Vencido
Cloruro de bario dihidrato	2	Vencido	Sacarosa	1	Vencido
Cloruro de calcio dihidrato	1	Vencido	Sulfato de amonio	1	Vencido
Cloruro de hierro	1	Vencido	Sulfato de magnesio	1	Vencido
Cloruro de hierro 97%	1	Vencido	Trypan bleu	1	Vencido
Cloruro de potasio	1	Vencido	Xilol	1	Vencido
Cloruro de sodio	4	Vencido			

Lista de Asistentes Administrativos de Laboratorio

Fecha	Nombre	Hora entrada	Hora Salida	Firma
25/09 2023	Sebastian Pons Anaya	8:10 am	11:56 am	[Firma]
25/09 2023	Elian Blanco Palomino	8:40 am	11:56 am	Elian Blanco
25/09 2023	Sebastian Pons Anaya	2:05 pm	5:52 pm	[Firma]
25/09 2023	Elian Blanco Palomino	2:05 pm	5:52 pm	Elian Blanco
26/09 2023	Elian Blanco Palomino	9:56 am	11:52 am	Elian Blanco
26/09 2023	Sebastian Pons Anaya	7:56 am	11:58 am	[Firma]
26/09 2023	Elian Blanco Palomino	2:40 pm	5:55 pm	Elian Blanco
26/09 2023	Sebastian Pons Anaya	2:10 pm	5:56 pm	[Firma]
26/09 2023	Sebastian Pons Anaya	8:10 am	11:56 am	[Firma]
26/09 2023	Elian Blanco Palomino	2:05 pm	5:40 pm	Elian Blanco
29/09 2023	Sebastian Pons Anaya	2:05 pm	5:45 pm	[Firma]
29/09 2023	Elian Blanco Palomino	2:05 pm	5:45 pm	Elian Blanco
29/09 2023	Sebastian Pons Anaya	8:10 am	11:50 am	[Firma]
29/09 2023	Elian Blanco Palomino	8:10 am	11:50 am	Elian Blanco
29/09 2023	Sebastian Pons Anaya	2:05 pm	5:45 pm	[Firma]
29/09 2023	Elian Blanco Palomino	2:12 pm	5:52 pm	Elian Blanco
30/09 2023	Elian Blanco Palomino	8:08 am	11:55 am	Elian Blanco
30/09 2023	Sebastian Pons Anaya	8:08 am	11:55 am	[Firma]
30/09 2023	Elian Blanco Palomino	2:03 pm	5:50 pm	Elian Blanco
30/09 2023	Sebastian Pons Anaya	2:03 pm	5:50 pm	[Firma]
30/09 2023	Sebastian Pons Anaya	8:05 am	11:50 am	[Firma]
30/09 2023	Elian Blanco Palomino	8:55 am	11:55 am	Elian Blanco
30/09 2023	Sebastian Pons Anaya	2:10 pm	5:45 pm	[Firma]
30/09 2023	Elian Blanco Palomino	2:50 pm	5:50 pm	Elian Blanco
30/09 2023	Sebastian Pons Anaya	8:10 am	11:58 am	[Firma]
30/09 2023	Sebastian Pons Anaya	4:00 pm	6:00 pm	[Firma]
30/09 2023	Sebastian Pons Anaya	8:05 am	11:45 am	[Firma]
30/09 2023	Sebastian Pons Anaya	2:15 pm	5:55 pm	[Firma]
30/09 2023	Elian Blanco Palomino	8:10 am	11:50 am	Elian Blanco
30/09 2023	Sebastian Pons Anaya	8:10 am	11:50 am	[Firma]
30/09 2023	Elian Blanco Palomino	2:00 pm	5:50 pm	Elian Blanco
30/09 2023	Sebastian Pons Anaya	2:00 pm	5:50 pm	[Firma]
30/09 2023	Sebastian Pons Anaya	10:05 am	11:56 am	[Firma]
30/09 2023	Elian Blanco Palomino	10:05 am	11:56 am	Elian Blanco
30/09 2023	Elian Blanco Palomino	2:00 pm	3:00 pm	Elian Blanco
30/09 2023	Sebastian Pons Anaya	2:00 pm	3:00 pm	[Firma]
30/09 2023	Sebastian Pons Anaya	8:08 am	11:56 am	[Firma]
30/09 2023	Elian Blanco Palomino	8:48 am	11:56 am	Elian Blanco
30/09 2023	Elian Blanco Palomino	2:05 pm	5:50 pm	Elian Blanco
30/09 2023	Sebastian Pons Anaya	2:05 pm	5:50 pm	[Firma]

Fecha	Nombre	Hora de entrada	Hora de salida	Firma
30/08/2023	Elian Blanco Palomino	9:10 am	11:30 am	Elian Blanco
30/08/2023	Sebastian Doris Anaya	9:10 am	11:30 am	Sebastian Doris Anaya
30/08/2023	Sebastian Doris Anaya	8:35 am	11:40 am	Sebastian Doris Anaya
31/08/2023	Elian Blanco Palomino	8:35 am	11:40 am	Elian Blanco
01/09/2023	Elian Blanco Palomino	10:15 am	11:56 am	Elian Blanco
01/09/2023	Sebastian Doris Anaya	10:15 am	11:56 am	Sebastian Doris Anaya
01/09/2023	Elian Blanco Palomino	9:04 am	11:52 am	Elian Blanco
04/09/2023	Sebastian Doris Anaya	9:05 am	11:52 am	Sebastian Doris Anaya
05/09/2023	Elian Blanco Palomino	10:08 am	11:57 am	Elian Blanco
05/09/2023	Sebastian Doris Anaya	10:08 am	11:57 am	Sebastian Doris Anaya
06/09/2023	Sebastian Doris Anaya	9:15 am	12:01	Sebastian Doris Anaya
06/09/2023	Elian Blanco Palomino	9:15 am	12:01	Elian Blanco
07/09/2023	Elian Blanco Palomino	8:30 am	11:50 am	Elian Blanco
07/09/2023	Sebastian Doris Anaya	8:45 am	11:50 am	Sebastian Doris Anaya
08/09/2023	Elian Blanco Palomino	2:45 pm	5:15 pm	Elian Blanco
08/09/2023	Sebastian Doris Anaya	2:45 pm	5:15 pm	Sebastian Doris Anaya
09/09/2023	Sebastian Doris Anaya	8:33 am	11:55 am	Sebastian Doris Anaya
11/09/2023	Elian Blanco Palomino	8:33 am	11:55 am	Elian Blanco
14/09/2023	Elian Blanco Palomino	8:20 am	12:35 pm	Elian Blanco
14/09/2023	Sebastian Doris Anaya	8:20 am	12:35 pm	Sebastian Doris Anaya
15/09/2023	Sebastian Doris Anaya	8:30 am	12:10 pm	Sebastian Doris Anaya
15/09/2023	Elian Blanco Palomino	9:40 am	12:20 pm	Elian Blanco
18/09/2023	Elian Blanco Palomino	8:10 am	11:50 am	Elian Blanco
18/09/2023	Sebastian Doris Anaya	8:10 am	11:50 am	Sebastian Doris Anaya
19/09/2023	Elian Blanco Palomino	2:00 pm	6:00 pm	Elian Blanco
18/09/2023	Sebastian Doris Anaya	2:00 pm	6:00 pm	Sebastian Doris Anaya
19/09/2023	Sebastian Doris Anaya	8:05 am	11:50 am	Sebastian Doris Anaya
19/09/2023	Elian Blanco Palomino	8:05 am	11:50 am	Elian Blanco
19/09/2023	Elian Blanco Palomino	2:20 pm	5:45 pm	Elian Blanco
19/09/2023	Sebastian Doris Anaya	2:05 pm	5:45 pm	Sebastian Doris Anaya
20/09/2023	Elian Blanco Palomino	8:15 am	11:56 am	Elian Blanco
20/09/2023	Sebastian Doris Anaya	8:45 am	11:56 am	Sebastian Doris Anaya
20/09/2023	Sebastian Doris Anaya	2:05 pm	5:56 pm	Sebastian Doris Anaya
20/09/2023	Elian Blanco Palomino	2:08 pm	5:56 pm	Elian Blanco
20/09/2023	Sebastian Doris Anaya	8:07 pm	11:55 am	Sebastian Doris Anaya
21/09/2023	Elian Blanco Palomino	8:10 am	11:55 am	Elian Blanco
21/09/2023	Sebastian Doris Anaya	2:07 pm	5:50 pm	Sebastian Doris Anaya
21/09/2023	Elian Blanco Palomino	2:05 pm	5:50 pm	Elian Blanco
21/09/2023	Sebastian Doris Anaya	2:07 pm	5:55 pm	Sebastian Doris Anaya
21/09/2023	Elian Blanco Palomino	2:07 pm	5:55 pm	Elian Blanco

Fecha	Nombre	Hora de entrada	Hora de salida	Firma
22/03/2023	Elian Blanco Palomino	5:10pm	5:15pm	Elian Blanco
22/03/2023	Osvaldo Alfonso Palomino Polo	5:10pm	5:15pm	Osvaldo
23/03/2023	Sebastian Doria Anaya	5:10pm	5:15pm	Sebastian
23/03/2023	Yiceth Acosta Traves	3:10pm	3:20pm	Yiceth
23/03/2023	Elian Blanco Palomino	3:28pm	4:10pm	Elian Blanco
23/03/2023	Sebastian Doria Anaya	3:08pm	4:10pm	Sebastian
23/03/2023	Sebastian Doria Anaya	3:30pm	7:15pm	Sebastian
23/03/2023	Elian Blanco Palomino	3:30pm	7:15pm	Elian Blanco
27/03/2023	Elian Blanco Palomino	2:50pm	6:20pm	Elian Blanco
28/03/2023	Sebastian Doria Anaya	2:50pm	6:20pm	Sebastian
27/03/2023	Elian Blanco Palomino	4:45pm	7:50pm	Elian Blanco
30/03/2023	Sebastian Doria Anaya	2:40pm	3:02pm	Sebastian
30/03/2023	Elian Blanco Palomino	2:40pm	3:02pm	Elian Blanco
31/03/2023	Elian Blanco Palomino	12:30pm	1:20pm	Elian Blanco
11/04/2023	Elian Blanco Palomino	3:10pm	3:30pm	Elian Blanco
9/05/2023	Sebastian Doria Anaya	2:20pm	4:10pm	Sebastian
9/05/2023	Elian Blanco Palomino	2:20pm	4:10pm	Elian Blanco
9/05/2023	Sebastian Doria Anaya	10:40pm	1:50pm	Sebastian
10/05/2023	Elian Blanco Palomino	10:40pm	1:30pm	Elian Blanco
21/05/2023	Sebastian Doria Anaya	9:40pm	11:50pm	Sebastian
11/05/2023	Elian Blanco Palomino	9:40pm	11:50pm	Elian Blanco
22/05/2023	Elian Blanco Palomino	10:30am	11:40am	Elian Blanco
04/06/2023	Elian Blanco Palomino	3:50pm	4:30pm	Elian Blanco
15/06/2023	Osvaldo Palomino Polo	8:50am	9:10am	Osvaldo
15/06/2023	Elian Blanco Palomino	8:50am	9:10am	Elian Blanco
15/06/2023	Roberto Carlos Martinez Romero	8:50am	9:15am	Roberto
15/06/2023	Elian Blanco Palomino	3:25pm	6:10pm	Elian Blanco
15/06/2023	Elian Blanco Palomino	3:10pm	7:15pm	Elian Blanco
17/06/2023	Elian Blanco Palomino	3:40pm	6:40pm	Elian Blanco
10/07/2023	Elian Blanco Palomino	9:10am	10:20am	Elian Blanco
16/08/2023	Elian Blanco Palomino	9:40am	10:50am	Elian Blanco
16/08/2023	Sebastian Doria Anaya	9:40am	10:50am	Sebastian
18/08/2023	Elian Blanco Palomino	8:35am	10:40am	Elian Blanco
18/08/2023	Sebastian Doria Anaya	8:35am	10:40am	Sebastian
22/08/2023	Elian Blanco Palomino	8:50am	10:25am	Elian Blanco
22/08/2023	Sebastian Doria Anaya	8:50am	10:25am	Sebastian
24/08/2023	Elian Blanco Palomino	9:05am	11:30am	Elian Blanco
24/08/2023	Sebastian Doria Anaya	9:05am	11:30am	Sebastian
27/08/2023	Elian Blanco Palomino	9:07am	11:40am	Elian Blanco
27/08/2023	Sebastian Doria Anaya	9:08am	11:40am	Sebastian