

**EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NTC-ISO/IEC 17025:2017 EN LOS  
MÉTODOS ANALÍTICOS APLICADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE  
PARÁMETROS FÍSICOS DEL SUELO EN EL LABORATORIO DE LA  
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR.**



**AUTOR**

**ISRAEL DAVID PEREZ DAMIAN**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y TECNOLOGICAS  
INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA  
VALLEDUPAR – CESAR**

**2025**

**EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NTC-ISO/IEC 17025:2017 EN LOS  
MÉTODOS ANALÍTICOS APLICADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE  
PARÁMETROS FÍSICOS DEL SUELO EN EL LABORATORIO DE LA  
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR.**

**AUTOR**

ISRAEL DAVID PEREZ DAMIAN

**DIRECTOR (A)**

Ph. LUIS CARLOS DIAZ MUEGUE

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y TECNOLOGICAS  
INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA  
VALLEDUPAR – CESAR**

**2025**

**DEDICATORIA**



## **AGRADECIMIENTOS**



## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>11</b>
<b>1. SITUACIÓN PROBLEMA.....</b>	<b>12</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>13</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1. OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS .....</b>	<b>14</b>
<b>4. MARCO REFERENCIAL.....</b>	<b>15</b>
<b>4.1. GENERALIDADES DE LA ENTIDAD, EMPRESA O INSTITUCIÓN ....</b>	<b>15</b>
<b>4.1.2. Reseña histórica. ....</b>	<b>16</b>
<b>4.1.3. Planeación estratégica .....</b>	<b>16</b>
<b>4.1.5. Políticas de la entidad .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1.6. Estructura organizacional.....</b>	<b>20</b>
<b>4.1.7. Portafolio de productos y servicios.....</b>	<b>21</b>
<b>4.2. MARCO CONTEXTUAL.....</b>	<b>21</b>
<b>4.3. MARCO CONCEPTUAL .....</b>	<b>23</b>
<b>4.4. MARCO NORMATIVO .....</b>	<b>24</b>
<b>5. PLANIFICACIÓN METODOLÓGICA .....</b>	<b>25</b>
<b>5.1. CAMPO DE APLICACIÓN .....</b>	<b>25</b>
<b>5.2. FUNCIONES ESPECÍFICAS PARA DESARROLLAR.....</b>	<b>25</b>
<b>5.3. PERFIL DEL SUPERVISOR DESIGNADO.....</b>	<b>25</b>
<b>5.4. DESARROLLO METODOLÓGICO.....</b>	<b>27</b>
<b>6. PRODUCTOS Y RESULTADOS .....</b>	<b>29</b>
<b>6.1. ETAPA 1. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LOS PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS EMPLEADOS EN EL LABORATORIO DE</b>	

<b>SUELOS PARA EL ANÁLISIS DE PARÁMETROS FÍSICOS APLICADOS EN LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR. ....</b>	<b>29</b>
<b>6.1.1.    Actividad 1. Revisión documental y observación directa de los protocolos y registros existentes en el laboratorio de suelos. ....</b>	<b>29</b>
<b>6.1.2.    Actividad 2. Aplicación de entrevistas o encuestas a docentes, técnicos de laboratorio y estudiantes. ....</b>	<b>38</b>
<b>6.2.       ETAPA 2. ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS UTILIZADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS CONFORME A LOS REQUISITOS TÉCNICOS Y DE GESTIÓN ESTABLECIDOS EN LA NORMA NTC-ISO/IEC 17025:2017 EN LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR. ....</b>	<b>46</b>
<b>6.2.1.    Actividad 1. Comparación detallada entre los procedimientos actuales del laboratorio y los lineamientos técnicos y de gestión exigidos por la norma NTC-ISO/IEC 17025:2017. ....</b>	<b>46</b>
<b>6.2.2.    Actividad 2. Identificación de brechas técnicas, de infraestructura o de gestión. 52</b>	
<b>6.3.       ETAPA 3. DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE VALIDACIÓN DE PRÁCTICAS ANALÍTICAS QUE PERMITA ESTANDARIZAR LOS PROCEDIMIENTOS Y GARANTIZAR LA CALIDAD DE LOS RESULTADOS GENERADOS EN EL LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR. ....</b>	<b>55</b>
<b>6.3.1.    Actividad 1. Elaboración de un protocolo de validación para los principales análisis físicos del suelo. ....</b>	<b>55</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>70</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>A1. CARTA DE SOLICITUD INICIO O INSCRIPCIÓN DE LA PRACTICA..</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>A2. CARTA DE PRESENTACIÓN Y/O AVAL DEL ESTUDIANTE – PRACTICAS ACADÉMICAS. ....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

**A3. CARTA DE APROBACIÓN DE LA PRÁCTICA ACADÉMICA.** ¡Error! Marcador no definido.

**A4. CARTA DE IDENTIFICACIÓN DE EMPRESAS. ....** ¡Error! Marcador no definido.

**A5. CARTA DE SOLICITUD DE AFILIACIÓN A LA ARL.....** ¡Error! Marcador no definido.

**A6. ENCUESTAS A DOCENTES SOBRE EL USO DEL LABORATORIO DE SUELOS.....**74

**A7. ENCUESTAS A ESTUDIANTES SOBRE EL USO DEL LABORATORIO DE SUELOS.....**76

**A8. EVIDENCIAS DE PRÁCTICA DE TEXTURA DE SUELO.....**79

**A9. EVIDENCIAS DE PRÁCTICA DE DENSIDAD APARENTE. ....**80

**A10. LISTA DE VERIFICACIÓN DE NORMA NTC ISO/IEC17025:2017.....**81



## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Información General de la entidad o empresa. ....	15
<b>Tabla 2.</b> Marco legal aplicado al proceso de prácticas profesionales. ....	24
<b>Tabla 3.</b> Información del supervisor designado .....	26
<b>Tabla 4.</b> Desarrollo metodológico del informe de practicas. ....	27
<b>Tabla 5.</b> Procedimiento de determinación de textura.....	30
<b>Tabla 6.</b> Factores de corrección de cálculos de textura.....	31
<b>Tabla 7.</b> Instrumentos disponibles dentro del laboratorio de suelos GEAB Unicesar para textura. ....	33
<b>Tabla 8.</b> Procedimiento de determinación de densidad aparente por el método del terrón parafinado. ....	34
<b>Tabla 9.</b> Procedimiento de determinación de densidad aparente por el método del cilindro .36	
<b>Tabla 10.</b> Instrumentos disponibles dentro del laboratorio de suelos GEAB Unicesar para densidad aparente por método de Cilindro. ....	37
<b>Tabla 11.</b> Resultados de temperatura y densidad de las parcelas objeto de estudio .....	47
<b>Tabla 12.</b> Resultados de textura de las parcelas.....	47
<b>Tabla 13.</b> Resultados de cálculos para el procedimiento de densidad aparente.....	49
<b>Tabla 14.</b> Roles de responsabilidad para el protocolo. ....	57
<b>Tabla 15.</b> Materiales Para Utilizar para la prueba de textura del suelo. ....	58
<b>Tabla 16.</b> Determinación de Textura.....	59
<b>Tabla 17.</b> Factores de corrección el procedimiento. ....	61
<b>Tabla 18.</b> Registro de ensayo – Textura (Bouyoucos).....	62
<b>Tabla 19.</b> Materiales Para Utilizar para la prueba de densidad aparente del suelo.....	63
<b>Tabla 20.</b> Procedimiento de determinación de densidad aparente por el método del cilindro	64
<b>Tabla 21.</b> Registro de ensayo – Densidad Aparente (Cilindros).....	65
<b>Tabla 22.</b> Requisitos Generales.....	66
<b>Tabla 23.</b> Requisitos Estructurales.....	66
<b>Tabla 24.</b> Recursos.....	67
<b>Tabla 25.</b> Procesos .....	68
<b>Tabla 26.</b> Sistema de Gestión.....	68

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Organigrama de la Universidad Popular del Cesar .....	20
<b>Figura 2.</b> Ubicación de Universidad Popular del Cesar, Valledupar – Cesar.....	22
<b>Figura 3.</b> Clasificación de textura .....	32
<b>Figura 4.</b> Resultados de encuesta de estudiantes sobre procedimientos en el laboratorio.....	38
<b>Figura 5.</b> Resultados de encuesta de estudiantes sobre guías o manuales disponibles para prácticas. ....	39
<b>Figura 6.</b> Resultados de encuesta de estudiantes sobre la preparación de muestras de suelo y ensayos de laboratorio.....	39
<b>Figura 7.</b> Resultados de encuesta de estudiantes sobre la calibración de equipos.....	40
<b>Figura 8.</b> Resultados de encuesta de estudiantes sobre aplicación de norma técnica y estandarización de pruebas. ....	41
<b>Figura 9.</b> Resultados de encuesta de estudiantes sobre los datos de laboratorio obtenidos por ensayo .....	41
<b>Figura 10.</b> Resultados de encuesta de estudiantes sobre la confianza, validez y replicación de ensayos de laboratorio de suelos.....	42
<b>Figura 11.</b> Resultados de encuesta de docentes sobre los análisis de parámetros del suelo...	42
<b>Figura 12.</b> Resultados de encuesta de docentes sobre los manuales y cumplimiento de NTC. ....	43
<b>Figura 13.</b> Resultados de encuesta de docentes sobre la calibración de equipos.....	43
<b>Figura 14.</b> Resultados de encuesta de docentes sobre los procedimientos de preparación y manejo de muestras de suelos. ....	44
<b>Figura 15.</b> Resultados de encuesta de docentes sobre la confiabilidad, validez y replicación de ensayos.....	44
<b>Figura 16.</b> Resultados de encuesta de docentes sobre mecanismos de control de calidad de los ensayos del suelo.....	45
<b>Figura 17.</b> Resultados de encuesta de docentes sobre el cumplimiento de los requisitos de la NTC.....	46
<b>Figura 18.</b> Consolidación de lista de chequeo de la NTC-ISO/IEC 17025:2017 para el laboratorio de suelos del grupo GEAB. ....	50
<b>Figura 19.</b> Clasificación de textura .....	62

## LISTA DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1.</b> Cálculos para determinar el tipo de textura.....	32
<b>Ecuación 2.</b> Cálculos para determinar la densidad aparente por método del terrón parafinado. .....	35
<b>Ecuación 3.</b> Cálculos para determinar la densidad aparente por método del cilindro. ....	36
<b>Ecuación 4.</b> Cálculos para establecer la textura. ....	61
<b>Ecuación 5.</b> Cálculos para determinar la densidad aparente por método del cilindro. ....	65



## RESUMEN EJECUTIVO

Esta propuesta está orientada en evaluar el estado actual de los procedimientos técnicos aplicados en el laboratorio de suelos de la Universidad Popular del Cesar, compararlos con los criterios establecidos por la NTC-ISO/IEC 17025:2017, con el fin de diseñar una propuesta de validación para parámetros físicos como la densidad aparente, textura y agregados del suelo. A través de este proceso se busca fortalecer la capacidad técnica del laboratorio, mejorar la formación estudiantil, respaldar la toma de decisiones fundamentadas en datos y avanzar hacia una futura acreditación institucional del espacio como centro de excelencia académica.

Para lograr esta temática propuesta, se deberá de realizar inicialmente un diagnóstico inicial del laboratorio, mediante revisión documental, observación directa y aplicación de entrevistas y encuestas a docentes, técnicos y estudiantes, con el fin de identificar el estado actual de los procedimientos técnicos y su nivel de implementación. Posteriormente, se estructurará un análisis comparativo y de cumplimiento normativo por medio de una matriz de evaluación basada en los requisitos técnicos y de gestión de la NTC-ISO/IEC 17025:2017 con la finalidad de identificar brechas y no conformidades, así como proponer mejoras estructurales, operativas y metodológicas. Por último, se diseñará una propuesta de validación, que incluirá protocolos específicos para los análisis físicos del suelo, con definición de criterios de desempeño como exactitud, precisión, linealidad, límite de detección y repetibilidad.

A través de estos procedimientos, se espera mejorar la capacidad técnica del laboratorio, fortalecer los procesos formativos de los estudiantes, y garantizar que los resultados producidos sean confiables y útiles tanto para la academia como para futuras aplicaciones en estudios ambientales, agrícolas o de ordenamiento territorial.

**Palabras claves:** parámetros físicos, NTC-ISO/IEC 17025:2017, cumplimiento, análisis, laboratorio de suelos.

## 1. SITUACIÓN PROBLEMA

El suelo posee una serie de características y aportes clave para la vida del planeta, esto se evidencia que, el 95% de los alimentos que consumen los habitantes son obtenidos de este recurso a nivel mundial; a la vez aporta casi todos los servicios y las funciones de los ecosistemas necesarios para la existencia de la vida sobre la Tierra. Este recurso tiene la mayor responsabilidad de limpiar, filtrar y almacenar agua; reciclar nutrientes; regular el clima y las inundaciones; y eliminar el dióxido de carbono y otros gases de la atmósfera, todo ello a la vez que alberga cerca de un cuarto de las especies animales que habitan la Tierra. (ONU, 2022)

A pesar de la relevancia que tiene el análisis de suelos en la formación de profesionales competentes en el programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad Popular del Cesar, se evidencian limitaciones significativas en cuanto a la disponibilidad de espacios adecuados para la realización de prácticas en el laboratorio de suelos. Este espacio académico ha sido marginado progresivamente, lo que afecta directamente la calidad del proceso formativo. Actualmente, el laboratorio no se encuentra en pleno funcionamiento y, para muchos docentes y estudiantes, su existencia es prácticamente simbólica. Esta situación obedece a la falta de infraestructura adecuada, la carencia de financiamiento y, sobre todo, a la escasa voluntad institucional para fortalecer y poner en marcha un espacio fundamental para el desarrollo académico y científico de la carrera.

Además, los procedimientos técnicos disponibles en el laboratorio de la Universidad para la determinación de los parámetros físicos del suelo presentan diversas limitaciones que dificultan establecer si estos se encuentran debidamente parametrizados o normalizados conforme a la norma de calidad NTC-ISO/IEC 17025:2017. Autores como Cuenca y Román (2024) destacan que la falta de una validación adecuada en los métodos analíticos puede conducir a decisiones erróneas y, en consecuencia, a la degradación del suelo y la disminución en la productividad agrícola. En este sentido, la ausencia de rigurosidad y estandarización en los procesos impide generar resultados confiables y de calidad, afectando tanto el valor académico como la utilidad práctica de los análisis realizados; esto incluye la falta de interés institucional y recursos económicos representa un obstáculo importante para lograr estos objetivos, generando un conflicto entre las aspiraciones académicas y la realidad administrativa.

## 2. JUSTIFICACIÓN

En el contexto actual de la Universidad Popular del Cesar, se han identificado falencias significativas en los procedimientos analíticos y operativos del laboratorio de suelos, lo que limita la obtención de datos confiables para la evaluación integral de las propiedades físicas y químicas del suelo. Esta situación afecta directamente tanto el desarrollo de investigaciones científicas como los procesos formativos de carácter práctico para los estudiantes del programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. Ante esta problemática, resulta fundamental promover el uso del laboratorio como una herramienta académica clave, orientada al fortalecimiento de competencias técnicas en el análisis de suelos.

En particular, la realización y validación de prácticas relacionadas con parámetros esenciales como los agregados del suelo, la densidad aparente y la textura, deben enmarcarse bajo los lineamientos de calidad establecidos por la norma NTC-ISO/IEC 17025:2017. Como lo afirman Páez y Ortiz (2015), una evaluación adecuada de los procedimientos del laboratorio contribuye a mejorar la calidad y eficiencia de los servicios ofrecidos, aumentando su competitividad y capacidad de respuesta ante las demandas académicas y científicas. Validar y estandarizar los procesos analíticos permite, además, garantizar que los servicios prestados a la comunidad universitaria cumplan con los requisitos regulatorios, respaldando la toma de decisiones fundamentadas en datos confiables. Esto no solo fortalece la credibilidad del laboratorio ante la comunidad académica y las entidades reguladoras, sino que también permite identificar y minimizar posibles errores, promoviendo la mejora continua.

Igualmente, la importancia de validar y evaluar los procesos de análisis de estas variables del suelo se podrá garantizar la calidad de los servicios ofrecidos a la comunidad universitaria quien usa estos laboratorios como recursos claves para la investigación; además, se respalda la toma de decisiones basada en datos cumpliendo con los requisitos regulatorios, lo que fortalece la credibilidad y la confianza en el laboratorio por parte del público y las entidades reguladoras, en donde se puede identificar y minimizar errores potenciales, lo que contribuye a la mejora continua de los procesos analíticos (Cuenca y Román, 2024). Este proceso no solo eleva la calidad técnica de los procedimientos, sino que también representa un paso fundamental hacia la acreditación institucional del laboratorio como un centro de formación técnica de excelencia.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1.OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el cumplimiento de la NTC-ISO/IEC 17025:2017 en los métodos analíticos aplicados para la determinación de parámetros físicos del suelo en el laboratorio de la Universidad Popular del Cesar.

#### **3.2.OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Diagnosticar el estado actual de los procedimientos técnicos empleados en el laboratorio de suelos para el análisis de parámetros físicos aplicados en la Universidad Popular del Cesar.

Analizar los métodos utilizados para la determinación de los parámetros físicos conforme a los requisitos técnicos y de gestión establecidos en la norma NTC-ISO/IEC 17025:2017 en la Universidad Popular del Cesar.


Diseñar una propuesta de validación de prácticas analíticas que permita estandarizar los procedimientos y garantizar la calidad de los resultados generados en el laboratorio de suelos de la Universidad Popular del Cesar.



#### 4. MARCO REFERENCIAL

##### 4.1.GENERALIDADES DE LA ENTIDAD, EMPRESA O INSTITUCIÓN

**Tabla 1.** Información General de la entidad o empresa.

<b>Entidad o empresa</b>	Universidad Popular del Cesar
<b>Municipio</b>	Valledupar
<b>Departamento</b>	Cesar
<b>NIT</b>	892.300.285-6
<b>Dirección</b>	Diagonal 21 #29 – 56, Sabanas del Valle
<b>Representante legal</b>	Rober Romero Martínez
<b>Correo institucional de la entidad</b>	<a href="mailto:pqrs@unicesar.edu.co">pqrs@unicesar.edu.co</a>
<b>Logotipo de la entidad o empresa</b>	 <p><b>Universidad</b> Popular del Cesar</p>
<b>Dependencia adscrita a las prácticas profesionales</b>	Grupo de Investigación GEAB
<b>Representante de dependencia</b>	Luis Carlos Díaz Muegue
<b>Correo electrónico de dependencia</b>	<a href="mailto:luisdiaz@unicesar.edu.co">luisdiaz@unicesar.edu.co</a>
<b>Logotipo de la dependencia</b>	NO APLICA
<b>Número de trabajadores</b>	5
<b>Nivel de riesgo</b>	1
<b>ARL</b>	

**Nota:** Elaborado con información de la empresa, 2025.

#### **4.1.2. Reseña histórica.**

La Universidad Popular del Cesar inició sus labores el 1° de agosto de 1977 con tres facultades: Ciencias de la Salud, Ciencias Administrativas y Contables y Ciencias de la Educación, a las cuales estaban adscritos los programas de enfermería, administración de empresas, contaduría, matemáticas y física respectivamente. Ante ello, se reconoció como universidad el 25 de junio de 1993 emanada por el Ministerio de Educación Nacional (Universidad Popular del Cesar, s.f).

#### **4.1.3. Planeación estratégica**

**4.1.3.1.Misión.** 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 (Universidad Popular del Cesar, s.f.).

**4.1.3.2.Visión.** 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. (Universidad Popular del Cesar, s.f.).

#### **4.1.3.3.Principios.**

- Garantizar a la sociedad el cumplimiento de su misión y visión en cuanto a la calidad de la educación, mediante la implementación de procesos de autoevaluación, acreditación de sus programas y autorregulación en procura de asegurar la calidad y la excelencia (UNICESAR, 2025).

- Cumplir las funciones de docencia, con el fin de generar y transmitir el conocimiento a través de metodologías que interrelacionen lo humanístico y lo tecnológico en los estudios propios de cada profesión (UNICESAR, 2025).
- La Universidad respeta la libertad de conciencia, pero no pueden hacer parte de la Institución o dejarán de pertenecer a ella, quienes atenten contra los postulados de su filosofía o contra su organización (UNICESAR, 2025).
- La Universidad, acorde con su compromiso social, considera indispensable el desarrollo de la libertad de cátedra, y aprendizaje con miras al estudio y la búsqueda de propuestas de solución a la problemática de la sociedad (UNICESAR, 2025).
- Una universidad que asuma la responsabilidad social responda a las necesidades de transformación de la sociedad donde está inmersa, mediante el ejercicio de sus funciones sustantivas, que deben estar animadas por la búsqueda de promoción de la justicia, la solidaridad y la equidad social (UNICESAR, 2025).
- La Universidad está abierta a todos los que, en igualdad de oportunidades, acrediten capacidad académica y humanística suficiente para ser sus miembros aliados y dinámicos (UNICESAR, 2025).
- La Universidad considera indispensable contribuir a acrecentar la condición de ciudadanía colombiana, respetando y promoviendo su identidad, la diversidad cultural y la peculiaridad de las regiones (UNICESAR, 2025).

#### **4.1.4. Valores.**

- **HONESTIDAD.** Actuar con transparencia, rectitud y coherencia entre lo que se piensa, se dice y se hace, fomentando la confianza y el respeto mutuo (UNICESAR, 2025).
- **RESPECTO.** Reconocer y valorar la dignidad, ideas, creencias y diferencias de los demás, manteniendo una convivencia armónica (UNICESAR, 2025).
- **JUSTICIA.** Garantizar la equidad, la imparcialidad y el cumplimiento de los derechos y deberes de todos los miembros de la comunidad universitaria (UNICESAR, 2025).
- **COMPROMISO.** Asumir con responsabilidad y entrega las tareas y metas institucionales, aportando al cumplimiento de la misión y visión universitaria (UNICESAR, 2025).

- **DILIGENCIA.** Cumplir con esmero, responsabilidad y eficiencia las funciones y tareas asignadas, procurando siempre la excelencia (UNICESAR, 2025).
- **VERACIDAD.** Expresar siempre la verdad con responsabilidad y sin distorsiones, en la búsqueda del conocimiento y en las relaciones interpersonales (UNICESAR, 2025).

#### **4.1.5. Políticas de la entidad**

**4.1.5.1. Política Ambiental y de Sistema de Gestión Ambiental.** La policía ambiental de la Universidad Popular del Cesar establece el mejoramiento continuo de las condiciones ambientales en las instalaciones de la universidad, mantener los niveles de salud y bienestar de la comunidad mediante el cumplimiento responsable de las disposiciones legales, el aporte a la investigación, la docencia, la extensión y la gestión en aspectos relacionado con el buen manejo de los espacios verdes de las sedes de la universidad, el uso eficiente de los recursos, reciclaje y la reutilización de los materiales y el tratamiento y disposición adecuada de los residuos (Unicesar, s.f).

**4.1.5.2. Política De Calidad.** La Universidad Popular del Cesar tiene como compromiso satisfacer las necesidades, expectativas y requisitos de la comunidad universitaria y partes interesadas, garantizando una formación integral, la excelencia académica, el cumplimiento de los estándares encaminados a la calidad académica de sus programas, la consolidación de la investigación científica, la extensión y proyección social a nivel regional, nacional e internacional por medio de un talento humano cualificado, la provisión y mantenimiento de la infraestructura física y tecnología y el manejo transparente de los recursos que le permita mejorar continuamente la eficacia, eficiencia y efectividad del sistema de gestión de la calidad y contribuir al logro de los fines esenciales del Estado (Unicesar, s.f).

**4.1.5.3. Política Institucional De Infraestructura física.** la Política Institucional de Infraestructura Física de La Universidad Popular Del Cesar, define un marco estructural que le permite a las directivas de la Universidad, asegurar el crecimiento, modernización y mantenimiento de la infraestructura física de la Universidad, teniendo en cuenta criterios arquitectónicos, urbanísticos, Tecnológicos, ambientales y

paisajísticos, que vayan en concordancia y garanticen los procesos orientados a cumplir con los ejes misionales de la institución (Unicesar, s.f).

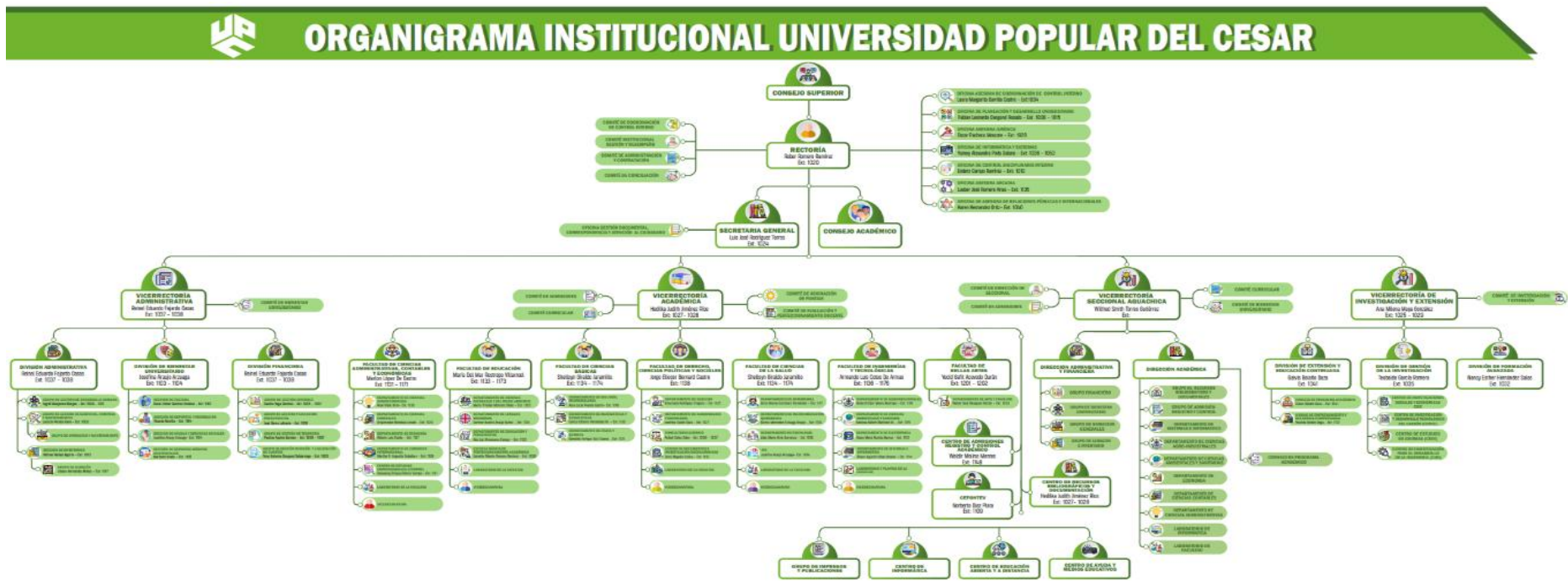
**4.1.5.4. Política Institucional de Investigación.** La Universidad Popular del Cesar deberá de fomentar una cultura de formación investigativa en sus programas académicos, centrada en lo disciplinar y profesional, que coadyuve al desarrollo de la investigación científica, mediante el conocimiento, 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, etc (Unicesar, s.f).



#### 4.1.6. Estructura organizacional.

A continuación, se presenta la estructura organizacional de la entidad objeto de realización de las practicas formativas profesionales.

**Figura 1.** Organigrama de la Universidad Popular del Cesar



**Nota.** Obtenido de información general Universidad Popular del Cesar. (s. f.).

#### **4.1.7. Portafolio de productos y servicios.**

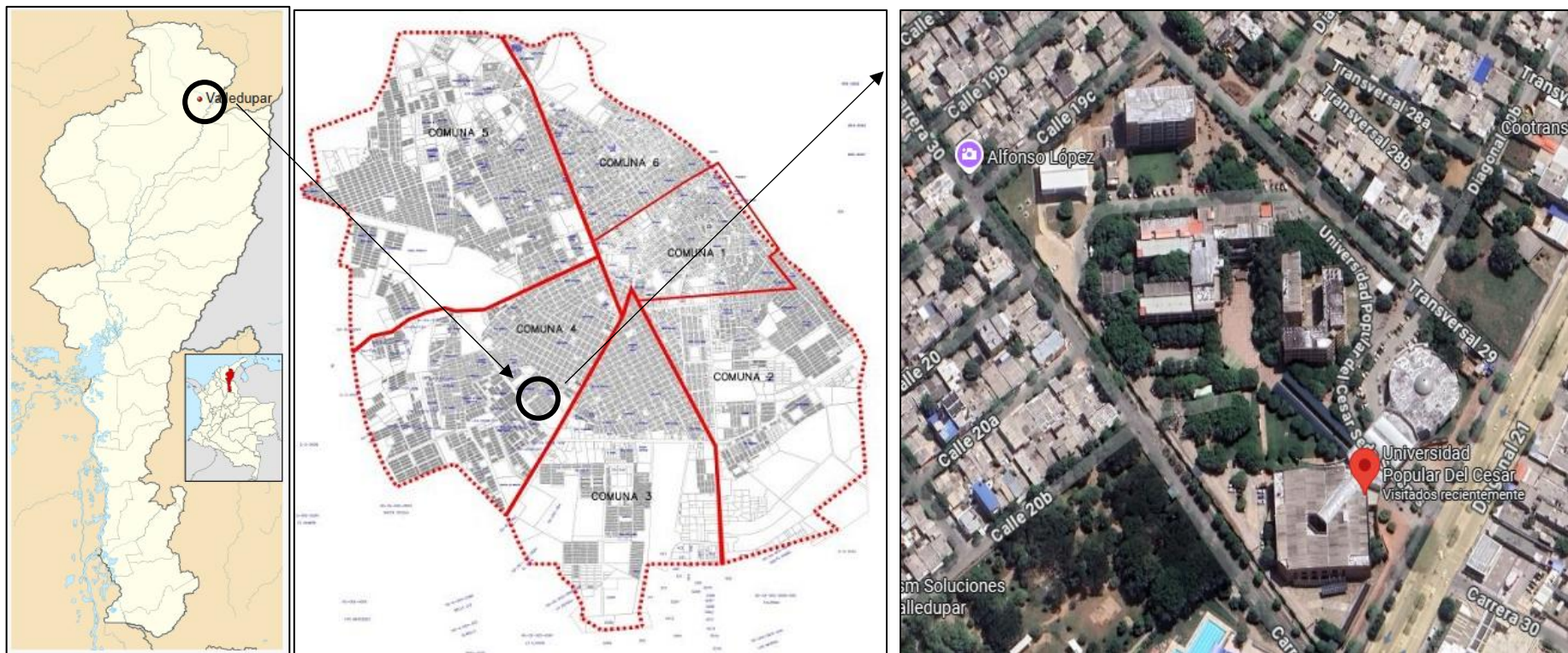
La Universidad Popular del Cesar ofrece los servicios de educación superior a los habitantes del departamento del Cesar y de la región del Caribe Colombiano, en donde cuenta actualmente con 4 sedes distribuidas en todo el departamento del Cesar, de las cuales tres se encuentran en la ciudad de Valledupar (Bellas Artes – Sabanas – Hurtado) y una sede en el municipio de Aguachica, Cesar; donde actualmente posee una población estudiantil de más de 14.000 inscritos en más de 30 programas de pregrado, 3 tecnológicos, más de 10 programas de postgrados y cursos de educación continua y escuela básica de perfeccionamiento que ofrece la institución universitaria (UNICESAR, s.f.).

#### **4.2. MARCO CONTEXTUAL**

La ejecución de la presente prácticas profesionales se desarrolló en el Laboratorio de Suelos adscritos al Grupo de Investigación GEAB del programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad Popular del Cesar, sede Sabanas de Valledupar – Cesar ubicada en la Diagonal 21 n.º 29-56, Barrio Sabanas del Valle con las coordenadas geográficas 10.4510778 latitud Norte y 73.2623506 latitud Oeste.



**Figura 2.** Ubicación de Universidad Popular del Cesar, Valledupar – Cesar.



**Nota:** tomado de Google Maps adaptado por autor, 2025.

### 4.3. MARCO CONCEPTUAL

**Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL).** Son programas regulatorios estándar que aseguran la calidad e integridad de los datos obtenidos, haciendo que el laboratorio en el cual se implementen y manejen dé confiabilidad en los resultados obtenidos y cumpla con ciertos criterios exigidos por la misma (Hernández, 2024).

**Calidad del Suelo.** Es la capacidad de un tipo específico de suelo para funcionar, dentro de los límites de los ecosistemas naturales, para sostener la productividad vegetal y animal, mantener y/o mejorar la calidad del agua y del aire, y apoyar la salud y la vivienda (SENA, 2013).

**Densidad.** La densidad de un material se refiere al peso que posee por unidad de volumen, en el caso del suelo, que es un cuerpo poroso, se presentan dos situaciones distintas en relación con su densidad (Cuenca y Astudillo, 2019).

**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 (SENA, 2013)

**ISO 17025:2017.** Es una norma internacional que especifica los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. Esta norma se enfoca en dos aspectos clave: la gestión de la calidad y la competencia técnica (Torres, 2024).

**Metrología.** Se refiere a la tecnología y ciencia de la medición, por intermedio de ella, se pone a disposición magnitudes y métodos de medición que permiten contribuir a la definición de los estándares y evaluar su cumplimiento (Páez y Ortiz, 2015)

**Requisitos técnicos.** Relacionados con aspectos de influencia directa sobre el resultado de las actividades de ensayo y calibración del laboratorio (Gamba, 2020).

**Textura del suelo.** La textura del suelo, una propiedad de considerable interés está directamente relacionada con los procesos de degradación y el potencial de producción (Cuenca y Astudillo, 2019).

**Trazabilidad metrológica.** Es la capacidad de vincular un resultado de medición a una referencia mediante una cadena documentada de calibraciones, garantizando su exactitud (Torres, 2024).

#### 4.4. MARCO NORMATIVO

**Tabla 2.** Marco legal aplicado al proceso de prácticas profesionales.

<b>Normativa</b>	<b>Descripción</b>	<b>Aplicación</b>
<b>Ley 99 de 1993</b>	Estructura la gestión ambiental en Colombia y exige información técnica confiable para la toma de decisiones.	Contexto para ensayos de suelo con fines ambientales; obliga a reportar datos trazables, confiables y con control de calidad.
<b>Decreto 1076 de 2015</b>	Compila la normativa ambiental; establece requerimientos para información técnica usada por la autoridad.	Contextualiza muestreo, medición y reporte de suelos cuando se soportan decisiones ambientales o de ordenamiento.
<b>Norma Técnica Colombiana ISO 17025:2017</b>	Requisitos para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración: imparcialidad, recursos, equipos, trazabilidad, métodos, validación, aseguramiento de la validez, informes y sistema de gestión.	Su aplicación consiste en la estandarización de los procesos de análisis de parámetros físicos del suelo para el laboratorio del grupo de investigación.
<b>Serie INV E – INVIAS / NTC de suelos</b>	Métodos estándar para parámetros físicos de suelos utilizados en ingeniería civil y geotecnia.	Se definirán la metodología y estructura de los procesos de análisis de suelos con base en reglas colombianas aplicadas en el laboratorio de la universidad.

## **5. PLANIFICACIÓN METODOLÓGICA**

### **5.1. CAMPO DE APLICACIÓN**

El campo de aplicación de la presente prácticas profesionales para el programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad Popular del Cesar se basa en la línea y sublínea de investigación descrita en el acuerdo 003 del 8 de julio del año 2021 correspondiente con la Sostenibilidad y Gestión Ambiental y la sub – línea de investigación fue la Seguridad y salud en el trabajo, sistemas de gestión y Gestión del riesgo, aplicándose la temática sobre Sistema de gestión de calidad - NTC ISO 9001.

### **5.2. FUNCIONES ESPECÍFICAS PARA DESARROLLAR**

Las funciones específicas por desarrollar durante el tiempo de prácticas profesionales dentro de la institución son las descritas a continuación:

- Validar técnicas analíticas según la NTC ISO/IEC 17025:2017
- Validar el protocolo analítico de la técnica para determinar parámetros físicos del suelo.
- Capacitación a estudiantes del montaje de las técnicas
- Aprendizaje y participación en eventos académicos en relación con el análisis de muestras de suelos
- Clasificar fichas de seguridad Recolección de sustancias químicas del laboratorio de suelos (Bases)
- Retroalimentación y mejora .

### **5.3. PERFIL DEL SUPERVISOR DESIGNADO**

A continuación, se describe el perfil del supervisor designado para las prácticas profesionales realizadas en la institución:

**Tabla 3.** Información del supervisor designado

<b>Nombre del Supervisor</b>	Luis Carlos Díaz Muegue
<b>Perfil Profesional</b>	Ingeniero de minas
<b>Estudios Realizados</b>	Doctor en ingeniería de la Universidad Popular del Cesar
<b>Experiencia Profesional</b>	Sus principales áreas de investigación incluyen la remediación de suelos afectados por la minería, el uso de biochar y la optimización de procesos para la obtención de biodiesel. Fue investigador experto seleccionado por los ministerios de minas y medio ambiente para atender la sentencia de la corte T-445: Investigación científica y sociológica respecto a los impactos de la actividad minera y la explotación ilícita de minerales: Lideró la mesa de energía y minería de la Agenda de Ciencia Tecnología e Innovación del Cesar.
<b>Tipo de Contratación</b>	Catedrático
<b>Nº Matricula Profesional</b>	Matricula Profesional 44336 Concejo nacional de profesionales de economía



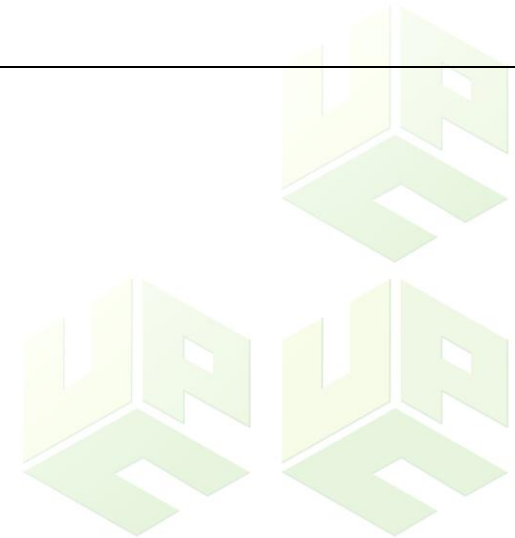
#### 5.4. DESARROLLO METODOLÓGICO.

A continuación, se presenta el desarrollo metodológico del informe de prácticas profesionales realizadas dentro de la empresa objeto de prácticas.

**Tabla 4.** Desarrollo metodológico del informe de practicas.

FASE O ETAPA	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS / INSTRUMENTOS / TÉCNICAS.
Diagnosticar el estado actual de los procedimientos técnicos empleados en el laboratorio de suelos para el análisis de parámetros físicos aplicados en la Universidad Popular del Cesar.	Revisión documental y observación directa de los protocolos y registros existentes en el laboratorio de suelos, relacionados con la determinación de parámetros físicos como textura, densidad aparente y agregados del suelo.	Se ejecutarán cada una de las técnicas y procedimientos de laboratorio relacionadas con los parámetros físicos descritos, y que serán validados mediante entrevista al personal del laboratorio para establecer la funcionalidad del proceso.
	Aplicación de entrevistas o encuestas a docentes, técnicos de laboratorio y estudiantes, con el fin de identificar prácticas actuales, limitaciones operativas y percepción sobre la funcionalidad del laboratorio.	
Analizar los métodos utilizados para la determinación de los parámetros físicos conforme a los requisitos técnicos y de gestión establecidos en la norma NTC-ISO/IEC	Comparación detallada entre los procedimientos actuales del laboratorio y los lineamientos técnicos y de gestión exigidos por la norma NTC-ISO/IEC 17025:2017.	Se realizarán consultas bibliográficas sobre los métodos estandarizados y serán comparados con los requisitos que se establece en la norma en cuestión.
	Identificación de brechas técnicas, de infraestructura o de gestión.	Se estructurará un documento técnico que establecerá las brechas o dificultades técnicas en cuanto a la gestión y procedimientos establecidos en la NTC

<b>FASE O ETAPA</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS / INSTRUMENTOS / TÉCNICAS.</b>
17025:2017 en la Universidad Popular del Cesar.		
Diseñar una propuesta de validación de prácticas analíticas que permita estandarizar los procedimientos y garantizar la calidad de los resultados generados en el laboratorio de suelos de la Universidad Popular del Cesar.	Elaboración de un protocolo de validación para los principales análisis físicos del suelo, incluyendo criterios de precisión, repetibilidad y exactitud, según lo establece la NTC-ISO/IEC 17025:2017.	Se realizará consultas bibliográficas referentes a los procedimientos de calidad y gestión en los análisis físicos de suelos según la norma establecida



## 6. PRODUCTOS Y RESULTADOS

Basado en las prácticas profesionales realizadas en el laboratorio de suelos de la Universidad Popular del Cesar de Valledupar – Cesar, se presenta a continuación los resultados correspondientes a la evaluación del cumplimiento de la NTC-ISO/IEC 17025:2017 en los métodos analíticos aplicados para la determinación de parámetros físicos del suelo:

### 6.1. ETAPA 1. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LOS PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS EMPLEADOS EN EL LABORATORIO DE SUELOS PARA EL ANÁLISIS DE PARÁMETROS FÍSICOS APLICADOS EN LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR.

#### 6.1.1. *Actividad 1. Revisión documental y observación directa de los protocolos y registros existentes en el laboratorio de suelos.*

Dentro de la revisión documental y observación directa dentro del laboratorio de suelos administrados por el grupo de investigación GEAB del programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad Popular del Cesar; se pudo constatar que, para la aplicación de los métodos de obtención de los parámetros físicos como la textura y la densidad aparente se tiene como referente el libro titulado *Manual de Prácticas de Campo y del Laboratorio de Suelos* del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) versión 2013; las cuales a partir de allí se estructuran todos los protocolos establecidos para determinar dichos parámetros. A continuación se citan los procedimientos establecidos por SENA (2013) para el análisis de los estudios presentes en este informe de prácticas:




#### 6.1.1.1. **Determinación de la textura del suelo mediante el método de Bouyoucos (SENA,**

**2013).** La textura del suelo indica la proporción de partículas de distintos tamaños en un volumen de suelo, clasificándose así en diferentes tipos texturales. En laboratorio, este análisis se realiza midiendo la velocidad con que las partículas dispersas sedimentan en agua: las partículas grandes descienden más rápido que las pequeñas porque tienen menor superficie específica y, por ende, menos flotabilidad. Esta diferencia puede explicarse a través de la ley de Stokes, que establece que la resistencia




del líquido al movimiento de una partícula depende de su radio y no de su superficie. Así, en un mismo líquido y a igual densidad, las partículas con mayor radio caen más rápidamente, aumentando su velocidad según el cuadrado del radio.

**Materiales.** Cronómetro, Hidrómetro estándar (ASTM -152 H ), Dispersora mecánica con copa para suelos, Agitador manual con émbolo de 4 cm de diámetro o rodaje que se adapte al diámetro de la probeta, Frasco Lavador, Probeta aforada de 1000 ml, Termómetro, Pipeta de 10 ml, Agente dispersante (Hexametáfosfato de sodio). A continuación, se describe el procedimiento del método:

**Tabla 5.** Procedimiento de determinación de textura.

<b>MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE TEXTURA DEL SUELO</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ILUSTRACIÓN</b>
Determinar humedad gravimétrica y sobre la base de suelo seco pesar 50 g tamizados a 2mm Pasar el suelo a la copa de dispersión y agregar el agente dispersante 10 ml y agua de la llave hasta un poco por encima de la mitad de la copa y dejar en reposo unos minutos o toda la noche	
Someter el suelo a dispersión por 10 minutos o 15 si es de textura fina.	
Verter el contenido de la copa a una probeta de 1000 ml y aforar con agua de la llave.	

**MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE TEXTURA DEL SUELO**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ILUSTRACIÓN</b>
Agitar con el émbolo 10 veces verticalmente.	
Tan pronto como se termine la agitación poner en marcha el cronómetro y sumergir cuidadosamente el hidrómetro en la suspensión. Anotar la lectura del hidrómetro en la suspensión a los 40 segundos de haber cesado la agitación	
Sacar cuidadosamente el hidrómetro y tomar temperatura Dejar en reposo por dos horas y volver a tomar lectura con el hidrómetro y la temperatura	

**Nota.** Tomado del SENA (2013).

**Resultados.** Las lecturas del hidrómetro deben ser corregidas en base a la temperatura que se toma en cada lectura de acuerdo con la siguiente tabla que es deducida por la ecuación de sedimentación de Fisher-Oden:

**Tabla 6.** Factores de corrección de cálculos de textura.

<b>FACTORES DE CORRECCION SEGÚN EL MÉTODO DE TEXTURA</b>	
<b>TEMP °C</b>	<b>FACTOR DE CORRECCION A TEMPERATURA</b>
20	0
21	0.2
22	0.4
23	0.7
24	1.0
25	1.2
26	1.65
27	2.0

FACTORES DE CORRECCION SEGÚN EL MÉTODO DE TEXTURA	
TEMP °C	FACTOR DE CORRECCION A TEMPERATURA
28	2.5
29	3.05
30	3.8

**Nota.** Tomado del SENA (2013).

**Ecuación 1.** Cálculos para determinar el tipo de textura.

$$\% \text{ Arena} = 100 - \frac{\text{Lectura corregida a los 40 seg.}}{\text{peso de la muestra (g) a } 105^{\circ} \text{ C}} \times 100$$

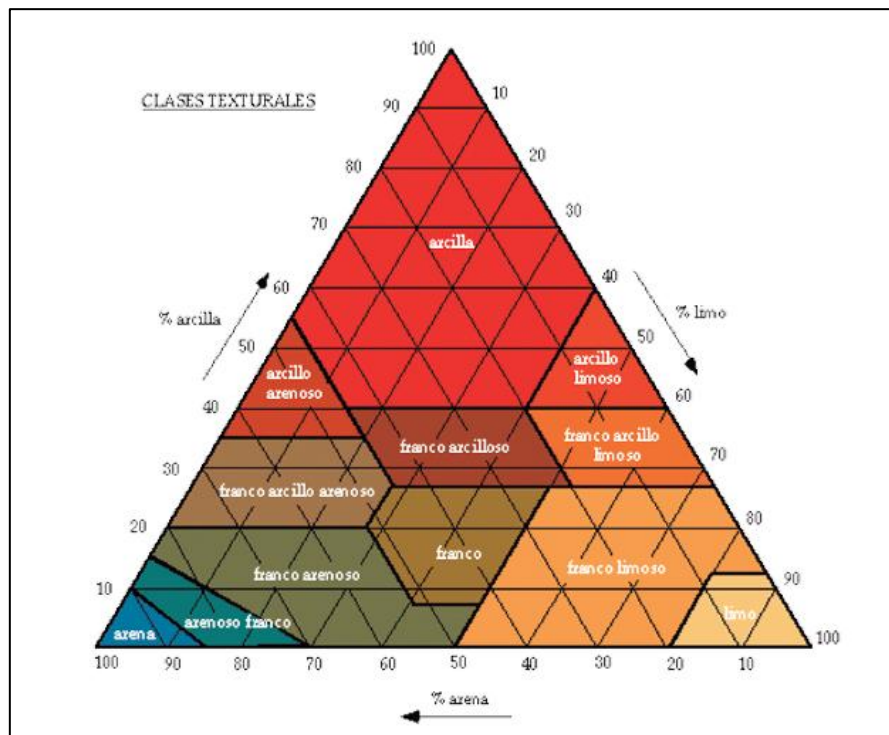
$$\% \text{ Arcilla} = \frac{\text{lectura corregida a las 2 h} \times 100}{\text{peso de la muestra (g) a } 105^{\circ} \text{ C}}$$

$$\% \text{ Limo} = 100 - (\% \text{ Arcilla} + \% \text{ Arena})$$

**Nota 1.** Tomado del SENA (2013).

**Nota 2.** Con los resultados obtenidos se hace una triangulación en el gráfico de clases texturales.

**Figura 3.** Clasificación de textura



**Nota.** Tomado del SENA (2013).

**Tabla 7.** Instrumentos disponibles dentro del laboratorio de suelos GEAB Unicesar para textura.

<b>MATERIALES DISPONIBLES PARA DETERMINACIÓN DE TEXTURA</b>			
<b>MATERIALES</b>	<b>ILUSTRACIÓN</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>ILUSTRACIÓN</b>
Vasos precipitados		Termómetros	
Balanza		Probetas	
Dispersora mecánica		Vaso agitador	
			

**6.1.1.2. Determinación de la densidad aparente en suelos (SENA, 2013).** La densidad aparente del suelo se define como la masa por unidad de volumen de suelo seco a 105 °C, considerando tanto los sólidos como los poros presentes en el volumen analizado. Este parámetro permite estimar la porosidad total del suelo: valores bajos

indican alta porosidad, mientras que valores elevados corresponden a condiciones restrictivas para el desarrollo radicular, disminución de la aireación y posibles alteraciones negativas en la función hidrológica, como la reducción de la velocidad de infiltración. La densidad aparente está determinada por factores como el contenido de materia orgánica, la textura del suelo y la distribución y densidad de las partículas minerales (arena, limo y arcilla).

**Materiales para el método del terrón parafinado.** Terrones de suelo seco, Balanza, Parafina, Probeta, Agua. A continuación, se describe el procedimiento del método:

**Tabla 8.** Procedimiento de determinación de densidad aparente por el método del terrón parafinado.

<b>MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE DENSIDAD APARENTE</b>	
<b>MÉTODO DE TERRÓN PARAFINADO</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ILUSTRACIÓN</b>
<p>Caliente la parafina hasta que llegue a su fase líquida.</p> <hr/> <p>Tome un terrón de suelo no perturbado, hágale un nudo con una piola y pese.</p>	
<p>Sumergir el terrón en parafina, sacar y dejar enfriar; repetir el procedimiento hasta que el terrón quede totalmente cubierto.</p> <hr/> <p>Pese de nuevo el terrón de suelo ahora parafinado y tome el dato en su libreta de apuntes</p>	
<p>Mida un volumen exacto de agua en una probeta cuidando de no cometer el error de paralaje</p> <hr/> <p>Sumerja el terrón en el contenido de la probeta y tome el dato de volumen desplazado</p>	

**MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE DENSIDAD APARENTE**  
**MÉTODO DE TERRÓN PARAFINADO**

DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN
Realice cada medición por triplicado y obtenga el promedio para cada muestra de suelo	

**Nota.** Tomado del SENA (2013).

**Ecuación 2.** Cálculos para determinar la densidad aparente por método del terrón parafinado.

$$Da = \frac{PSS\ 105^{\circ}c}{Vd - \left[ \frac{(PSSP - PSS)}{0.9} \right]}$$

**Nota.** Tomado del SENA (2013).



Donde:

- Da= Densidad aparente
- PSS 105°C = Peso del terrón de suelo corregido
- Vd= Volumen desplazado
- PSSP= Peso del terrón de suelo parafinado
- PSS= Peso terrón de suelo sin parafinar
- 0.9= Densidad de la parafina



**Materiales para el método del cilindro.** Cilindro, Barretón, Estaca, Cinta métrica, Horno a 105°C, Balanza, Recipiente para la muestra. A continuación, se describe el procedimiento del método:

**Tabla 9.** Procedimiento de determinación de densidad aparente por el método del cilindro

<b>MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE DENSIDAD APARENTE</b>	
<b>MÉTODO DEL CILINDRO</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ILUSTRACIÓN</b>
<p>Tome una muestra no perturbada de suelo.</p> <p>Transvase el contenido a una capsula de humedad.</p>	
<p>Tome el peso del suelo más la capsula.</p> <p>Ponga la muestra de suelo a 105° C por 24 horas</p> <p>Tomar peso del suelo seco más la cápsula</p> <p>Tome el peso de la cápsula sola y realice las respectivas correcciones</p>	

**Nota.** Tomado del SENA (2013).

**Ecuación 3.** Cálculos para determinar la densidad aparente por método del cilindro.

$$Volumen\ Cilindro = \pi * r^2 * h$$

$$Da = \frac{PSS\ 105^{\circ}c}{Volumen\ del\ Cilindro}$$

**Nota.** Tomado del SENA (2013).

Donde:

- Da= Densidad aparente
- PSS 105°C = Peso del suelo a 105°C

[www.unicesar.edu.co](http://www.unicesar.edu.co)

Teléfono conmutador PBX: (+57 605 588 5592)

Balneario Hurtado, Vía a Patillal

Valledupar – Cesar, Colombia

**Tabla 10.** Instrumentos disponibles dentro del laboratorio de suelos GEAB Unicesar para densidad aparente por método de Cilindro.

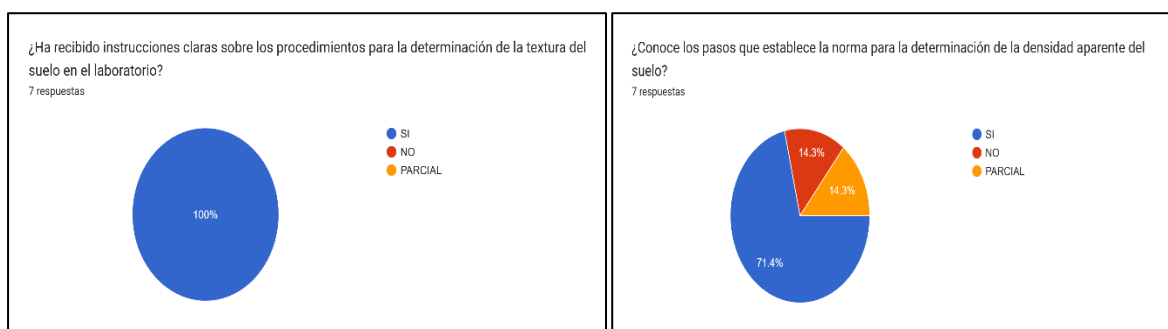
<b>MATERIALES DISPONIBLES PARA DETERMINACIÓN DE TEXTURA</b>			
<b>MATERIALES</b>	<b>ILUSTRACIÓN</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>ILUSTRACIÓN</b>
Cilindros		Recipientes y balanzas	
Horno 105°C		Desecador	
Tamiz		Recipiente	

Ante los resultados previos de esta primera parte se puede enfatizar que, el laboratorio de suelos del grupo de investigación GEAB cuenta con los instrumentos necesarios para realizar las prácticas de laboratorio correspondientes a la textura y densidad aparente; sin embargo, no existe un documento o manual de procedimientos estandarizados para el programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad Popular del Cesar; específicamente para el laboratorio de suelos, los cuales, podrían en riesgo los procedimientos y resultados de calidad conforme a la norma técnica NTC-ISO/IEC 17025:2017, en referencia a los ensayos de laboratorio, calibración y calidad en los resultados. Según Torres (2024), el laboratorio de suelos podría estar comprometiendo su capacidad de comprobar y calibrar adecuadamente los equipos, con el fin de brindar la precisión y fiabilidad de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio; sobre todo, si se trata de ensayos dirigidos para estudio e investigación del grupo GEAB de la Universidad Popular del Cesar.

### 6.1.2. Actividad 2. Aplicación de entrevistas o encuestas a docentes, técnicos de laboratorio y estudiantes.

Posteriormente se aplicaron una serie de entrevistas y encuestas a docentes, técnicos de laboratorio y estudiantes del programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad Popular del Cesar con el fin de verificar el uso y disponibilidad que tienen para acceder a los diferentes recursos que posee el laboratorio de suelos con el fin de realizar los ensayos correspondientes; específicamente sobre los ensayos de textura y densidad aparente. Dichas encuestas se evidencian en el **ANEXO A6. ENCUESTAS A DOCENTES SOBRE EL USO DEL LABORATORIO DE SUELOS.**, donde se encuestaron un total de 2 docentes y en el **ANEXO A7. ENCUESTAS A ESTUDIANTES SOBRE EL USO DEL LABORATORIO DE SUELOS.** donde se encuestaron a 7 estudiantes del programa. Por tanto, los resultados se evidencian en las siguientes figuras:

**Figura 4.** Resultados de encuesta de estudiantes sobre procedimientos en el laboratorio.



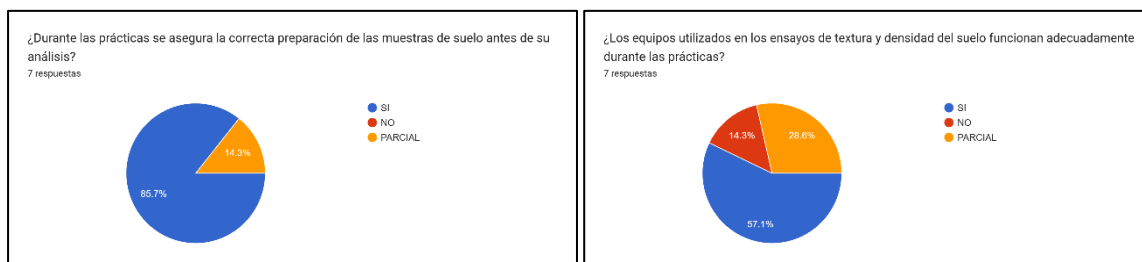
Según los resultados obtenidos en la figura, se puede enfatizar que, el 100% de los estudiantes reciben de forma clara las instrucciones para realizar los procedimientos relacionados con la determinación de los parámetros de textura y un 71.4% para la determinación de la densidad aparente. Esto demostraría una proporción considerable de los estudiantes con respecto a la ejecución de los ensayos de laboratorio. Sin embargo, existe una ausencia de protocolos de estandarización conforme a los establecidos dentro de la NTC-ISO/IEC 17025:2017; lo cual pondrían en cuestión la garantía de la replicación y trazabilidad de los resultados obtenidos de ambos ensayos.

**Figura 5.** Resultados de encuesta de estudiantes sobre guías o manuales disponibles para prácticas.



Con base en los resultados de las encuestas, se evidencia que el 57.1% de los estudiantes cuentan con guías o manuales estandarizados para los análisis correspondientes; sin embargo, existe un 43.9% que desconocen dichas guías o se encuentran desactualizados. Por tanto, la inexistencia de un manual estándar para el laboratorio de suelos podría consolidar una aplicación correcta de los procedimientos, la formación técnica del personal y la comprensión integral de los métodos analíticos de suelo.

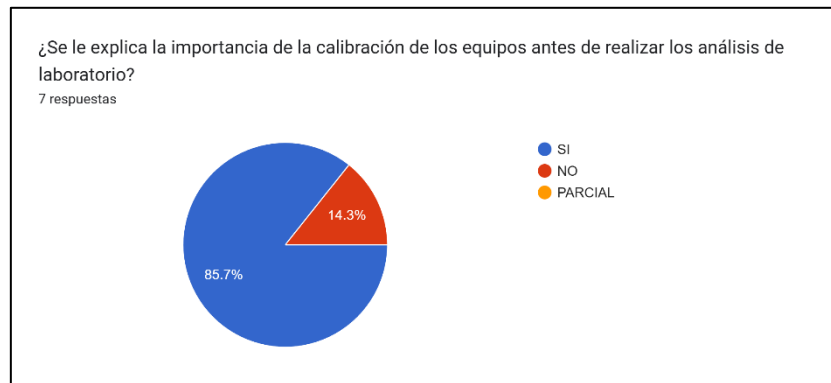
**Figura 6.** Resultados de encuesta de estudiantes sobre la preparación de muestras de suelo y ensayos de laboratorio.



Según la percepción de los estudiantes, afirman que, dentro de la práctica, el 85.7% de ellos aseguran las muestras de suelo antes de ser procesadas con el fin de evitar la perturbación o contaminación; mientras que el 57.1% de ellos afirman que los equipos que utilizan para los diferentes ensayos funcionan adecuadamente, y el porcentaje restante desconoce dicha funcionalidad. Según la NTC-ISO/IEC 17025:2017 establece que la integridad de las muestras debe preservarse desde su recepción hasta su análisis, garantizando condiciones controladas y

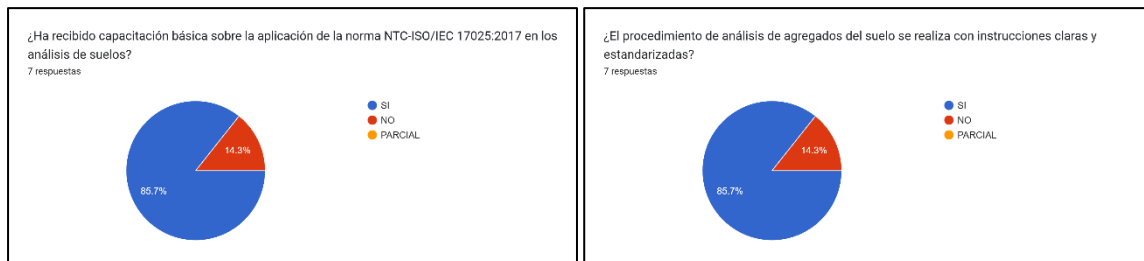
registros trazables. Por tanto, los estudiantes podrían indicar que se requiere de una revisión sistemática de los procesos previos al ensayo para evitar errores por contaminación o alteración de las propiedades del suelo.

**Figura 7.** Resultados de encuesta de estudiantes sobre la calibración de equipos.



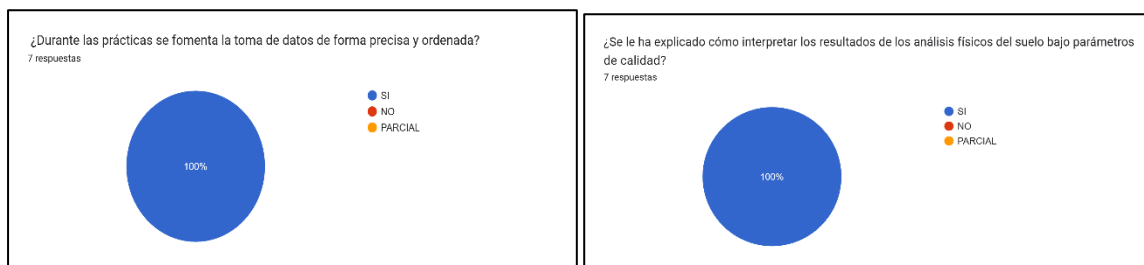
El 85.7% de los estudiantes encuestados afirmaron que antes de realizar la prueba de laboratorio, son instruidos para la calibración de los equipos, mientras que el 14.3% de ellos desconocen los procesos de calibración y verificación de los equipos de medición utilizados. A pesar de que los estudiantes mantienen un conocimiento previo a ello, se debe de considerar la capacitación o instrucción completa y detallada de los procesos de calibración como lo establece la norma. Por lo tanto, la trazabilidad de información con respecto a la calibración y manipulación de los equipos son claves para asegurar la fiabilidad de los datos obtenidos; en donde se hace necesario fortalecer la instrucción frecuente sobre los equipos de laboratorio antes de la aplicación de la práctica.

**Figura 8.** Resultados de encuesta de estudiantes sobre aplicación de norma técnica y estandarización de pruebas.



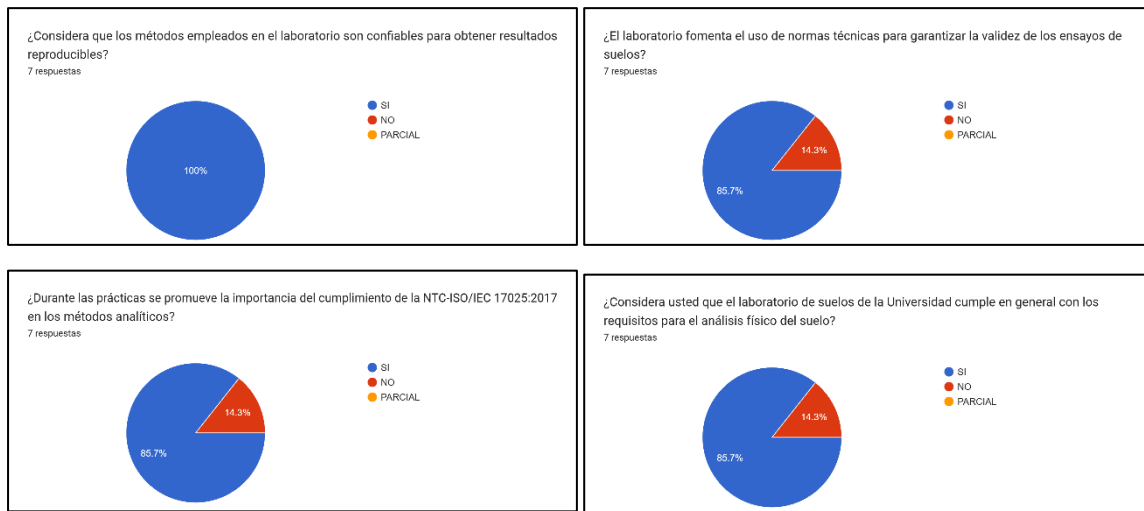
Los resultados indican que más del 80% de los encuestados recibieron capacitación sobre la norma NTC objeto de estudio; pero, una parte considerable de los encuestados no tienen claridad sobre la aplicación directa de normas técnicas durante las prácticas. Esto refleja una brecha entre la enseñanza y la aplicación normativa real. La norma NTC-ISO/IEC 17025:2017 demanda que todo ensayo se ejecute bajo métodos normalizados reconocidos internacionalmente o validados internamente. Por lo que se requiere de un esfuerzo por parte del programa y de la universidad para capacitar a los estudiantes en la interpretación y aplicación de las normas de ensayo de suelos.

**Figura 9.** Resultados de encuesta de estudiantes sobre los datos de laboratorio obtenidos por ensayo



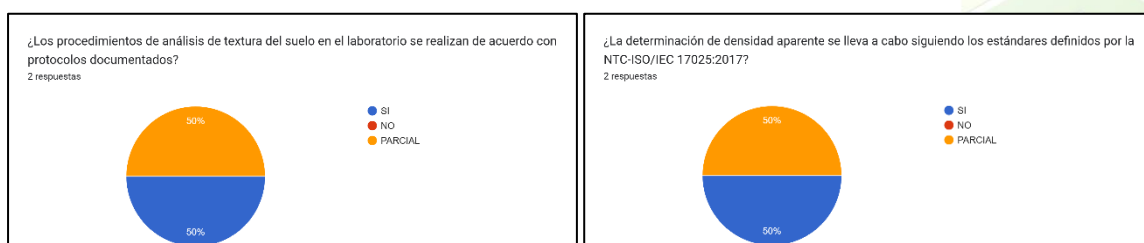
En esta figura, se observa que los estudiantes perciben o comprenden de forma unánime los procedimientos para la toma de datos según las instrucciones brindadas por el docente o por el técnico del laboratorio de suelo, así como las formas de interpretación de cada resultado conforme a la literatura. Sin embargo, se deberá de asegurar los procedimientos de forma estandarizada para que todos los investigadores puedan asegurar la calidad y registro sistemáticos de los datos.

**Figura 10.** Resultados de encuesta de estudiantes sobre la confianza, validez y replicación de ensayos de laboratorio de suelos.



Según la percepción de los estudiantes, se evidencian que más del 80% de los encuestados afirman que los métodos empleados son confiables, garantizan la validez, promueve el cumplimiento de la norma NTC objeto de estudio y que podría cumplir con los requisitos estandarizados para la Universidad en cuanto a los ensayos correspondientes. Sin embargo, esta percepción está sujeta a las directrices de los docentes que brindan los ensayos de laboratorio de la temática. Por ende, de acuerdo con la NTC-ISO/IEC 17025:2017, la validez de los resultados debe verificarse mediante controles estadísticos, duplicados o materiales de referencia; conllevando así que los estudiantes afirmen que las prácticas son funcionales pero que no se encuentran consolidadas o estandarizadas.

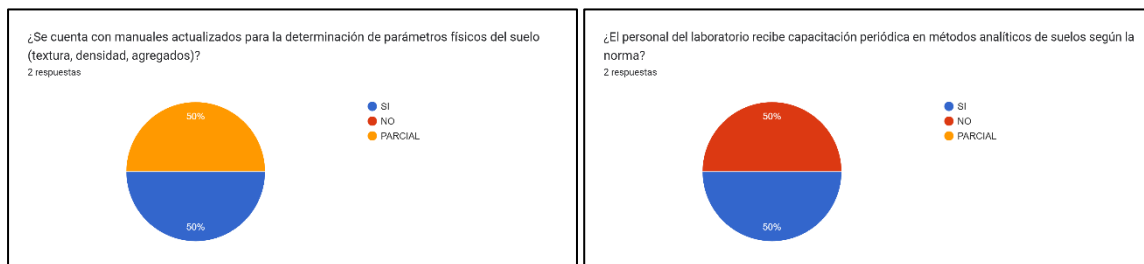
**Figura 11.** Resultados de encuesta de docentes sobre los análisis de parámetros del suelo.



Desde la perspectiva de los docentes, reportan ciertas diferencias en cuanto a las prácticas o ensayos para la obtención de los parámetros físicos del suelo; ya que, se enfatizan

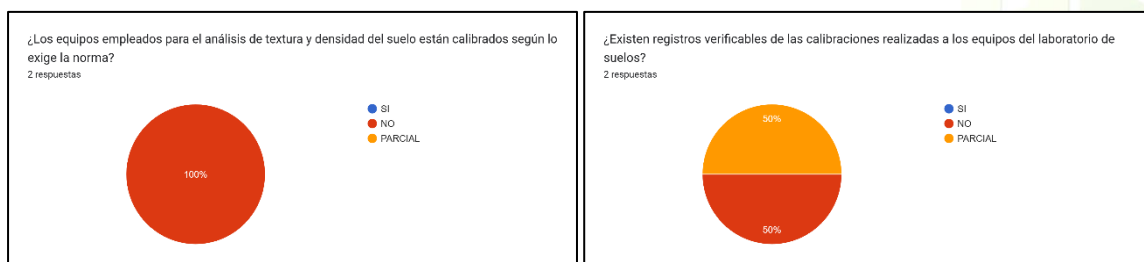
en las posibles oportunidades de mejora que permitan la estandarización de los métodos. Si bien se cumple con la intención formativa, se identifican limitaciones en la aplicación de procedimientos alineados con la norma NTC objeto de estudio, específicamente sobre el control y validación de los resultados; indicando así que el laboratorio cumple una función educativa más que de aseguramiento técnico, lo cual, limitaría la obtención de datos confiables para estudios de investigación más serios o detallados para el grupo GEAB.

**Figura 12.** Resultados de encuesta de docentes sobre los manuales y cumplimiento de NTC.



La percepción docente constata que existe una limitación en cuanto a la presentación o estructuración de manuales específicos y actualizados; en donde algunos de ellos señalan que los documentos actuales no se encuentran debidamente estandarizados, aprobados o revisados de forma periódica, provocando así un incumplimiento con la gestión documental y revisión de procedimientos de la norma NTC objeto de estudio, evidenciando así la necesidad de institucionalizar una gestión documental más controlada y accesible.

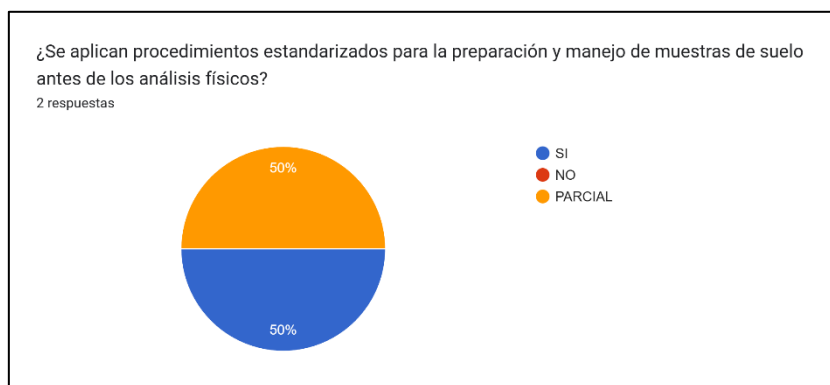
**Figura 13.** Resultados de encuesta de docentes sobre la calibración de equipos.



Según la percepción de los docentes, afirman contundentemente que no se realizan una calibración sistemática de los equipos ni se evidencia registros de dicho proceso con regularidad, lo cual, afecta a la trazabilidad y la confianza en los resultados. Si los instrumentos

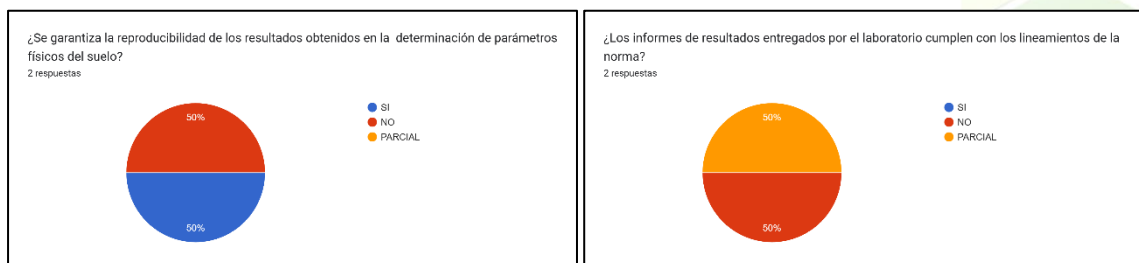
de medición no se encuentran debidamente registrados, calibrados o certificados podrían afectar en la presentación de los resultados, arrojando así datos erróneos.

**Figura 14.** Resultados de encuesta de docentes sobre los procedimientos de preparación y manejo de muestras de suelos.



Los docentes afirman una parcialidad en cuanto a los procesos de preparación y manejo de muestras de suelos, donde existe una lógica técnica pero no se encuentra debidamente documentada para que los usuarios del laboratorio sigan las instrucciones correspondientes. Por ende, la norma NTC-ISO/IEC 17025:2017 exige garantizar la integridad de la muestra durante todo el proceso analítico, generando así un incumplimiento en cuanto a la creación e implementación de formatos de registro de recepción, almacenamiento, descarte y capacitación del personal.

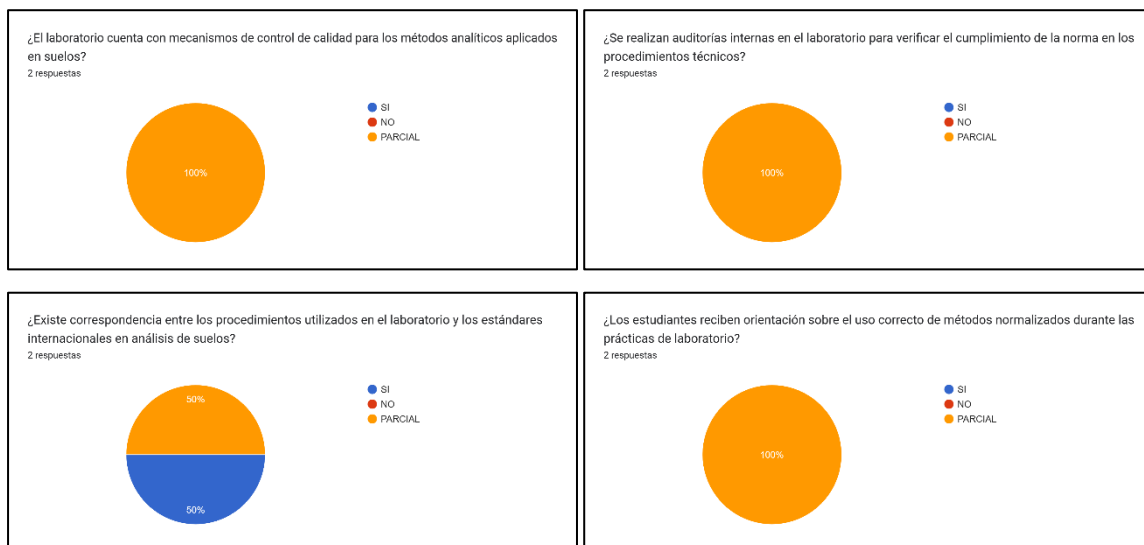
**Figura 15.** Resultados de encuesta de docentes sobre la confiabilidad, validez y replicación de ensayos.



La mayoría de los docentes concuerda en que los ensayos producen resultados confiables a nivel educativo, pero no siempre cumplen con los criterios de precisión y

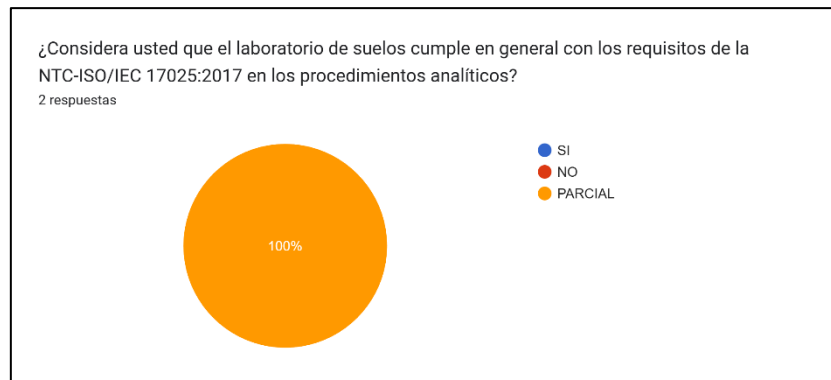
reproducibilidad exigidos por la norma NTC-ISO/IEC 17025:2017. Esto se asocia a la falta de verificación estadística y al uso limitado de materiales y equipos certificados o calibrados; lo cual es indispensable para mantener los mecanismos de control de calidad interno para validar la exactitud de los resultados y desarrollar competencias analíticas avanzadas.

**Figura 16.** Resultados de encuesta de docentes sobre mecanismos de control de calidad de los ensayos del suelo.



Desde el contexto global, se evidencian que los docentes afirman que el laboratorio posee mecanismos parciales de control de calidad para los métodos analizados, existen auditorías parciales para el cumplimiento de la norma y siguen de forma parcial los procedimientos internacionales para el análisis de suelos; que, a pesar de aplicar una guía, no representa los criterios técnicos necesarios para su implementación a nivel institucional debido a que es referente de otra entidad; generando una perspectiva dudosa en cuanto a la aplicación de dichos procedimientos. Por lo tanto, el desarrollo de un programa de aseguramiento de calidad permitiría medir la variabilidad de los resultados y mejorar la confiabilidad de los ensayos físicos del suelo.

**Figura 17.** Resultados de encuesta de docentes sobre el cumplimiento de los requisitos de la NTC.



Finalmente, los docentes valoran que el laboratorio cumple parcialmente con los requisitos de la norma, especialmente en los aspectos de recursos, documentación y competencia del personal. Sin embargo, reconocen debilidades en la validación de métodos, trazabilidad metrológica, aseguramiento de calidad y gestión de registros. Este análisis indica que el laboratorio posee una base técnica sólida, pero requiere consolidar un sistema de gestión de calidad integral alineado con la norma para garantizar resultados técnicamente válidos y reconocidos.

## **6.2. ETAPA 2. ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS UTILIZADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS CONFORME A LOS REQUISITOS TÉCNICOS Y DE GESTIÓN ESTABLECIDOS EN LA NORMA NTC-ISO/IEC 17025:2017 EN LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR.**

### **6.2.1. Actividad 1. Comparación detallada entre los procedimientos actuales del laboratorio y los lineamientos técnicos y de gestión exigidos por la norma NTC-ISO/IEC 17025:2017.**

Para comparar detalladamente los procedimientos actuales del laboratorio con los lineamientos establecidos en la norma NTC-ISO/IEC 17025:2017, se ejecutó inicialmente unos ensayos de laboratorio en referencia a la obtención de la textura y densidad aparente del suelo en la zona de estudio. Los resultados de los ensayos se presentan a continuación:

**6.2.1.1. Pruebas de laboratorio de determinación de textura según el método de Bouyoucos.** Para la prueba se tuvieron en cuenta los procedimientos descritos en el ítem 6.1.1.1. de la primera etapa de dicha investigación. Se determinaron la textura a 4 parcelas obtenidas en un terreno de la ciudad de Valledupar, donde las cuales se midieron los valores de la temperatura y densidad bajo un cierto tiempo (ver A8. EVIDENCIAS DE PRÁCTICA DE TEXTURA DE SUELO.); los resultados se presentan a continuación:

**Tabla 11.** Resultados de temperatura y densidad de las parcelas objeto de estudio

	40 segundos		2 horas	
	Densidad(g/cm <sup>3</sup> )	Temperatura °C	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Temperatura °C
<b>Parcela uno (1)</b>	30	31,8	30,6	24
<b>Parcela dos (2)</b>	22	30,9	25	29,6
<b>Parcela tres (3)</b>	23	29,9	21,5	29,7
<b>Parcela tres (4)</b>	37,4	24	22.5	30,5

Seguidamente, se determinó la textura de cada parcela con base en la **Ecuación 1** correspondiente al método aplicado en el laboratorio de suelos de la universidad. Los resultados se presentan a continuación:

**Tabla 12.** Resultados de textura de las parcelas.

	Parcela 1	Parcela 2
Cálculo de muestra de suelo seco	$\frac{50gr \times 12,845}{100} = 6,4225 gr$ <i>gr masa de suelo seco = 50gr - 6,4225gr = 43,6gr</i>	$\frac{50gr \times 12,845}{100} = 6,4225 gr$ <i>gr masa de suelo seco = 50gr - 6,4225gr = 43,6gr</i>
Lectura corregida a los 40 segundos	$Lc = 30 + 4,2 = 34,2$	$Lc = 22 + 0,52 = 22,52$
Lectura corregida a las 2 horas	$Lc = 30,6 + 4,2 = 34,8$	$Lc = 25 + 1,61 = 26,61$
Arena	$\% \text{ arenas totales} = 100 - \left[ \frac{(34,2 \times 100)}{43,6} \right] = 21,55\%$	$\% \text{ arenas totales} = 100 - \left[ \frac{(22,52 \times 100)}{43,6} \right] = 48,34\%$

Parcela 1		Parcela 2	
Arcilla	$\% \text{ arcillas totales} = \left[ \frac{(34,8 \times 100)}{43,6} \right] = 20.18\%$		$\% \text{ arcillas totales} = \left[ \frac{(26,61 \times 100)}{43,6} \right] = 38.9\%$
Limo	$\% \text{ limos} = 100\% - [21,55 + 20,18] = 58.27\%$		$\% \text{ limos} = 100\% - [38,9 + 48,34] = 12.7\%$
<b>TEXTURA</b>	<b>Franco arcilloso Limoso</b>		<b>Franco arcilloso</b>

Parcela 3		Parcela 4	
Cálculo de muestra de suelo seco	$\frac{50gr \times 12,845}{100} = 6,4225 \text{ gr}$  $gr \text{ masa de suelo seco} = 50gr - 6,4225g = 43,57gr$		$\frac{50gr \times 12,845}{100} = 6,4225 \text{ gr}$  $gr \text{ masa de suelo seco} = 50gr - 6,4225gr = 43,57gr$
Lectura corregida a los 40 segundos	$Lc = 23 + 0,86 = 23,86$		$Lc = 27,4 + 2,85 = 30,25$
Lectura corregida a las 2 horas	$Lc = 21,5 + 0,52 = 22,2$		$Lc = 22,5 + 0,86 = 23,36$
Arena	$\% \text{ arenas totales} = 100 - \left[ \frac{(23,86 \times 100)}{43,6} \right] = 45.2\%$		$\% \text{ arenas totales} = 100 - \left[ \frac{(30,25 \times 100)}{43,6} \right] = 30.6\%$
Arcilla	$\% \text{ arcillas totales} = \left[ \frac{(22,2 \times 100)}{43,6} \right] = 49\%$		$\% \text{ arcillas totales} = \left[ \frac{(23,36 \times 100)}{43,6} \right] = 46.42\%$
Limo	$\% \text{ limos} = 100\% - [22,2 + 49] = 5.8\%$		$\% \text{ limos} = 100\% - [30,6 + 46,42] = 22.98\%$
<b>TEXTURA</b>	<b>Franco arcilloso</b>		<b>Arcilloso Limoso</b>

Los resultados obtenidos mediante el método del hidrómetro indican que el suelo analizado presenta una textura predominantemente franco-arcillosa, con ligeras variaciones hacia texturas con mayor contenido de limo y arcilla en algunas repeticiones. Esta distribución refleja un suelo con una proporción considerable de partículas finas, lo que afecta directamente sus propiedades físicas y funcionales.

Los suelos con textura fina, como los francos arcillosos, poseen una elevada capacidad de retención de agua y nutrientes, factores esenciales para el desarrollo óptimo de cultivos y la conservación de la fertilidad del suelo (Hillel, 2004); sin embargo, esta misma característica puede limitar la aireación y el drenaje, lo que potencialmente conduce a problemas de compactación y anegamiento, especialmente bajo condiciones de manejo inapropiado.

En este método, se destaca la importancia de contar con análisis texturales precisos para la planificación de prácticas agronómicas y ambientales. La consistencia observada en las

repeticiones refuerza la confiabilidad del método en el contexto del estudio, permitiendo inferir que los datos son representativos del comportamiento físico del suelo en la zona de muestreo (Bouyoucos, 1962).

**6.2.1.2. Pruebas de laboratorio de determinación de densidad aparente.** Para la prueba se tuvieron en cuenta los procedimientos descritos en el ítem 6.1.1.2. de la primera etapa de dicha investigación; donde se aplicó el método del Cilindro. Se determinó la densidad aparente de una muestra de suelo de aproximadamente 2000g que fue tamizada y separada para tener una mayor segregación de la muestra (ver A9. EVIDENCIAS DE PRÁCTICA DE DENSIDAD APARENTE.). Los resultados se evidencian a continuación:

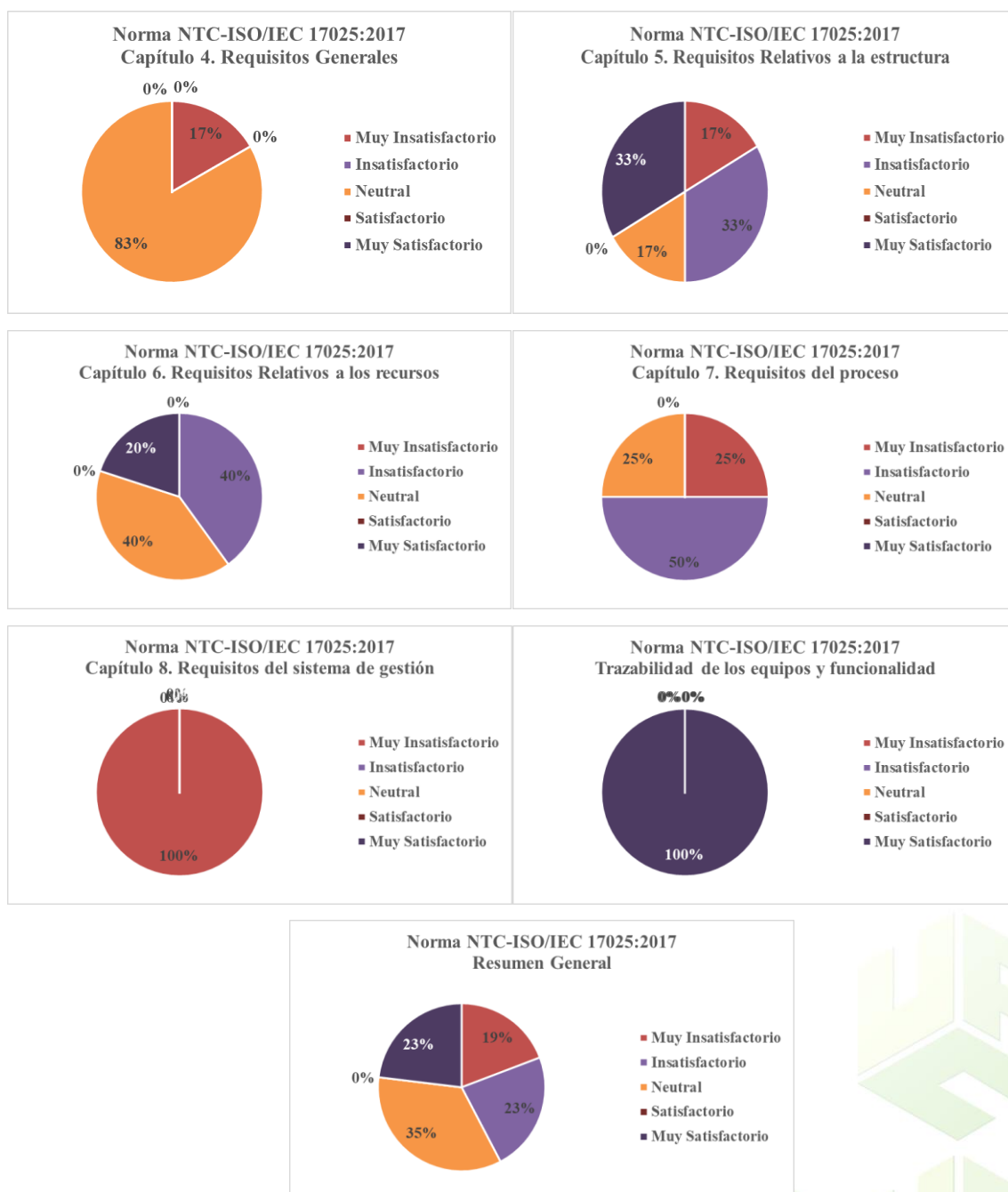
**Tabla 13.** Resultados de cálculos para el procedimiento de densidad aparente.

Datos	Resultado
<b>Peso del cilindro más muestra seca</b>	2748.06 gramos
<b>Peso del cilindro sin muestra</b>	1223.99 gramos
<b>Peso de suelo seco en el horno</b>	$2748.06\text{ g} - 1223.99\text{ g} = 1524.07\text{ g}$
<b>Volumen del Cilindro</b>	$V_c = \pi(14,3\text{cm})(5,45\text{cm})^2 = 1334,3\text{cm}^3$
<b>Densidad aparente</b>	$Da = \frac{1524,07\text{g}}{1334,3\text{cm}^3} = 1.14\text{g/cm}^3$

El valor de densidad aparente obtenido fue de  $1,14\text{ g/cm}^3$ , lo cual indica que la muestra presenta una estructura con una proporción moderada de espacios vacíos. Este comportamiento es característico de suelos con un nivel intermedio de compactación, como los de textura franca o ligeramente arenosa.

Posterior a los procedimientos aplicados, se elaboró una lista de chequeo o verificación que permitió evaluar el nivel de cumplimiento del laboratorio según la normativa analizada. La calificación se realizó utilizando una escala Likert; las cuales se evidencian en el **ANEXO A10. LISTA DE VERIFICACIÓN DE NORMA NTC ISO/IEC17025:2017**. Por consiguiente, se presenta la consolidación de los resultados en las siguientes gráficas:

**Figura 18.** Consolidación de lista de chequeo de la NTC-ISO/IEC 17025:2017 para el laboratorio de suelos del grupo GEAB.



Según los resultados obtenidos se pudo inferir que; para el capítulo 4 presenta un cumplimiento parcial en alrededor del 83%, mientras que el incumplimiento o la insatisfacción es del alrededor del 17%; es decir, que dentro del laboratorio se mantiene una cultura de trabajo transparente y ética, pero no cuenta aún con una declaración formal de imparcialidad ni con una matriz de riesgos de imparcialidad como lo requiere la norma. Por tanto, los compromisos

de confidencialidad se aplican de manera implícita, sin evidencias documentadas ni procedimientos estandarizados. Esta situación coincide con lo descrito por Gamba (2020), quien resaltó que los laboratorios universitarios suelen operar bajo buenas prácticas, pero sin un sistema formalizado de control de imparcialidad y confidencialidad.

Por otro lado, para el capítulo 5 representa un cumplimiento satisfactorio del 33% y cumplimiento parcial del 17%, representando así el 50% de los ítems evaluador; esto indica que existe una estructura organizacional definida dentro del programa académico y una asignación de responsabilidades entre docentes y auxiliares, sin embargo, no se dispone de un organigrama formal del laboratorio ni de un documento que establezca la autoridad técnica y las responsabilidades de dirección.

Dentro del capítulo 6 presenta un cumplimiento satisfactorio del 20% y parcial del 40% frente al 40% representado en incumplimientos en la norma establecida. Dentro de los aspectos claves, se logra identificar una serie de deficiencias en cuanto a la documentación periódica de la calibración de los equipos, que incluye certificados de trazabilidad de las unidades de medida para cada parámetro y control parcial del ambiente para diferentes ensayos. Aunque el personal posee experiencia empírica, no se cuenta con registros actualizados de formación técnica ni evaluaciones de competencia. Según Hernández (2024), estas falencias son comunes en laboratorios universitarios, donde los recursos se orientan más al apoyo académico que al aseguramiento metrológico.

En el capítulo 7, el promedio de cumplimiento fue inferior al 25% y un incumplimiento del 75% de los ítems evaluados; es decir, dentro del laboratorio se disponen de procedimientos generales para ensayos de los parámetros físicos como la densidad aparente y textura del suelo, pero se encuentran validados por otras instituciones, los cuales generan incertidumbre en cuanto a los procesos y registros de aseguramiento de la validez de resultados. La documentación del muestreo y la trazabilidad de las muestras son incompletas. Estos hallazgos reflejan lo descrito por Palomino (2020), quien identificó que los laboratorios de suelos en fase de transición académica presentan una alta dependencia del criterio del operador y una baja formalización de procesos técnicos. Adicionalmente, la gestión de datos y los informes carecen

de codificación estandarizada y control de versiones, lo que pone en riesgo la integridad de la información.

En el capítulo 8, se describe un nivel de incumplimiento del 100% en referencia a la gestión de calidad y los procesos de evaluación interna del laboratorio de suelos de la universidad, en donde se evidencia la inexistencia de un sistema de gestión documentado que consolide la política de calidad, los objetivos, las acciones correctivas ni la mejora continua. Tampoco se realizan auditorías internas ni revisiones por la dirección con registros formales. Estos resultados confirman que el laboratorio opera de manera funcional, pero sin la estructura documental ni los mecanismos de control que la norma exige. Coincidiendo con lo señalado por Hernández (2024), este aspecto representa el eje más desafiante para los laboratorios universitarios que buscan acreditación, pues requiere integrar la gestión técnica con la administrativa.

Por lo tanto, el Laboratorio de Suelos de la Universidad Popular del Cesar demuestra un grado de madurez técnica intermedio en donde se destacan los siguientes ítems: posee procedimientos operativos funcionales y personal con experiencia, pero carece de un sistema de gestión formalizado que articule sus procesos técnicos con los requerimientos normativos de la NTC-ISO/IEC 17025:2017. Se evidencia un enfoque académico más que metrológico, lo cual es coherente con su naturaleza educativa, pero insuficiente para asegurar la trazabilidad, validez y reproducibilidad de los resultados.

### **6.2.2. Actividad 2. Identificación de brechas técnicas, de infraestructura o de gestión.**

El proceso de evaluación del cumplimiento de la norma NTC-ISO/IEC 17025:2017 en el laboratorio de suelos de la Universidad Popular del Cesar permitió evidenciar una serie de brechas estructurales, técnicas y administrativas que limitan la demostración de competencia, imparcialidad y trazabilidad metrológica de los parámetros físico de suelos aplicados en la presente práctica. Por tanto, dentro del diagnóstico estructurado se logra evidenciar ciertos avances en el desarrollo de procedimientos académicos, pero también la ausencia de elementos esenciales que garanticen la calidad y la validez de los resultados analíticos.

**6.2.2.1. Brechas técnicas.** Para el componente técnico, las principales deficiencias se relacionan con la ausencia de validaciones formales de los métodos de ensayo (textura y densidad aparente), el cálculo de las mediciones realizadas y sus unidades calibradas.

Si bien el laboratorio aplica métodos reconocidos por otras instituciones para la determinación de los parámetros físicos como la textura y la densidad aparente como la expuesta por el SENA (2013), no se cuenta con documentación que respalde la verificación de desempeño ni la validación estadística de dichos métodos bajo condiciones controladas. Este hallazgo es coherente con lo expuesto por Hernández (2024), quien advierte que los laboratorios universitarios carecen de procesos sistemáticos de validación, lo cual afecta la confiabilidad y comparabilidad de los resultados.

Además, se evidencia registros mínimos o nulos de certificados de calibración actualizados emitidos por laboratorios acreditados, y algunos equipos presentan verificaciones informales sin respaldo documental. Este panorama coincide con los hallazgos de Gamba (2020), quien determinó que las universidades tienden a depender de mantenimientos internos. Asimismo, se identificó la inexistencia de programas de aseguramiento de la validez de los resultados, tales como la participación en ensayos de aptitud o comparaciones con otros procedimientos, lo cual limita la evaluación de la exactitud y precisión de las mediciones.

**6.2.2.2. Brechas de infraestructura.** A pesar de que el laboratorio ha sido recientemente adaptado o remodelado por la Universidad Popular del Cesar, el espacio de trabajo no se encuentra sectorizado por tipo de actividad, por lo que la recepción, preparación y análisis de muestras se realizan en un mismo espacio, incrementando el riesgo de contaminación cruzada.

Tampoco se dispone de un sistema de control ambiental que registre la temperatura, la humedad relativa o la ventilación del área de trabajo, variables que influyen directamente en la exactitud de ensayos como el contenido de humedad o la densidad aparente del suelo; solamente se cuenta con los controles de temperatura del aire acondicionado, iluminación y posibles extractores.

Los equipos e instrumentos presentan condiciones de uso adecuadas, pero carecen de áreas de almacenamiento segregadas para equipos calibrados y no calibrados, así como de estanterías o gabinetes de protección para patrones de masa y material de referencia. La iluminación, señalización de seguridad y ergonomía de las estaciones de trabajo no cumplen totalmente con los lineamientos establecidos por la norma. Según Palomino (2020), las universidades presentan una brecha importante en la adecuación ambiental y en la inversión de infraestructura técnica para cumplir las condiciones controladas que la norma exige.

**6.2.2.3. Brechas de gestión y sistema de calidad.** La dimensión más crítica corresponde al ámbito de la gestión y el sistema de calidad, en la que el laboratorio alcanzó el menor nivel de cumplimiento (0 %). Es decir, actualmente, no existe un sistema de gestión de calidad documentado que articule las políticas, objetivos, procedimientos y registros conforme al modelo de la NTC-ISO/IEC 17025:2017.

Si bien el personal docente y técnico mantiene un compromiso con las buenas prácticas, la operación se basa en la experiencia y no en procedimientos formalizados. La documentación técnica no se encuentra codificada ni bajo control de versiones, lo que dificulta el seguimiento y la trazabilidad administrativa. La ausencia de auditorías internas, revisiones por la dirección y acciones correctivas documentadas evidencia que el laboratorio no aplica el ciclo de mejora continua (PHVA).

De acuerdo, Hernández (2024) explica que, este tipo de brechas es común en entornos universitarios, donde los laboratorios cumplen principalmente un rol formativo y no de prestación de servicios acreditados. Sin embargo, se enfatiza que la formalización del sistema de gestión es el primer paso hacia el reconocimiento técnico y la sostenibilidad operativa; lo cual dificulta a la integración de la gestión documental con el sistema PHVA a nivel institucional, incluyendo la falta de una coordinación estructurada para los procedimientos estandarizados del laboratorio.

**6.3. ETAPA 3. DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE VALIDACIÓN DE PRÁCTICAS ANALÍTICAS QUE PERMITA ESTANDARIZAR LOS PROCEDIMIENTOS Y GARANTIZAR LA CALIDAD DE LOS RESULTADOS GENERADOS EN EL LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR.**

**6.3.1. *Actividad 1. Elaboración de un protocolo de validación para los principales análisis físicos del suelo.***

A continuación, se presenta un protocolo de validación de los parámetros físicos del suelo aplicados en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Popular del Cesar conforme a la adaptación estandarizada de los procesos conforme a la Norma Técnica Colombiana NTC-ISO/IEC 17025 del 2017. Dicho documento será revisado por el director del grupo de investigación GEAB a cargo del laboratorio de suelos con el fin de convalidar los protocolos establecidos y así sugerir la implementación respectiva.



**DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE VALIDACIÓN DE PRÁCTICAS ANALÍTICAS  
DE PARÁMETROS FÍSICOS DE SUELO BASADO EN LA NTC-ISO/IEC 17025:2017  
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR  
LABORATORIO DE SUELOS**

**A. Resumen**

Se presenta una propuesta integral para validar y estandarizar prácticas analíticas en el Laboratorio de Suelos de la UPC, enfocada en los ensayos de textura por Bouyoucos y densidad aparente por cilindro. La propuesta alinea responsabilidades, actividades, recursos, criterios de aceptación y planes de seguimiento con los capítulos 4 a 8 de la NTC-ISO/IEC 17025:2017, garantizando competencia técnica, trazabilidad metrológica, imparcialidad y validez de resultados.

**B. Objetivo general y específicos**

**Objetivo general**

Diseñar una propuesta de validación de prácticas analíticas que estandarice los procedimientos y garantice la calidad, confiabilidad y trazabilidad de los resultados en los ensayos de textura y densidad aparente conforme a la NTC-ISO/IEC 17025:2017.

**Objetivos específicos**

- Estandarizar los procedimientos de Textura y Densidad Aparente con base a los procedimientos establecidos por el Manual de Prácticas de Campo y del Laboratorio de Suelos del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA, 2013).
- Definir un plan de validación que determine precisión, exactitud, robustez e incertidumbre para cada ensayo.
- Asegurar la trazabilidad metrológica de equipos críticos mediante calibraciones y verificaciones intermedias.
- Implementar programas de seguimiento, auditoría interna y mejora continua (ciclo PHVA).

### C. Responsables

**Tabla 14.** Roles de responsabilidad para el protocolo.

<b>Cargo / Rol</b>	<b>Responsabilidad</b>	<b>Dependencia</b>
Coordinación de Laboratorio del programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria	Planificar e implementar la validación; aprobar POE y evidencias.	Facultad de Ingenierías y Tecnologías
Responsable de Calidad	Gestionar documentación, auditorías y acciones correctivas/preventivas.	Sistema de Gestión de Calidad de la Universidad Popular del Cesar
Docente líder de ensayo	Ejecutar pruebas, analizar datos, estimar incertidumbre, informes.	Programa Ingeniería Ambiental y Sanitaria
Auxiliar de Laboratorio	Preparación de muestras, operación de equipos, registros.	Laboratorio de Suelos
Mantenimiento/Metrología	Calibraciones, verificaciones intermedias, ambientes.	Apoyo Técnico

### D. Procedimientos para estandarizar

A continuación se especifican los parámetros físicos a estandarizar para el laboratorio de suelos del programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad Popular del Cesar.



## 1. DETERMINACIÓN DE LA TEXTURA DEL SUELO MEDIANTE EL MÉTODO DE BOUYOCOS.

Este análisis se realiza midiendo la velocidad con que las partículas dispersas sedimentan en agua: las partículas grandes descienden más rápido que las pequeñas porque tienen menor superficie específica y, por ende, menos flotabilidad.

### 1.1.MATERIALES.

Los materiales para aplicar son: Cronómetro, Hidrómetro estándar (ASTM -152 H ), Dispersora mecánica con copa para suelos, Agitador manual con émbolo de 4 cm de diámetro o rodaje que se adapte al diámetro de la probeta, Frasco Lavador, Probeta aforada de 1000 ml, Termómetro, Pipeta de 10 ml, Agente dispersante (Hexametáfosfato de sodio).

**Tabla 15.** Materiales Para Utilizar para la prueba de textura del suelo.

<b>MATERIALES DISPONIBLES PARA DETERMINACIÓN DE TEXTURA</b>			
<b>MATERIALES</b>	<b>ILUSTRACIÓN</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>ILUSTRACIÓN</b>
Vasos precipitados		Termómetros	
Balanza		Probetas	


**MATERIALES DISPONIBLES PARA DETERMINACIÓN DE TEXTURA**

<b>MATERIALES</b>	<b>ILUSTRACIÓN</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>ILUSTRACIÓN</b>
Dispersora mecánica		Vaso agitador	
			






**Nota.** Adaptado por autor, 2025.

**1.2.PROCEDIMIENTO**

**Tabla 16.** Determinación de Textura.

<b>MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE TEXTURA DEL SUELO</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ILUSTRACIÓN</b>
<p>Determinar humedad gravimétrica y sobre la base de suelo seco pesar 50 g tamizados a 2mm</p> <p>Pasar el suelo a la copa de dispersión y agregar el agente dispersante 10 ml y agua de la llave hasta un poco por encima de la mitad de la copa y dejar en reposo unos minutos o toda la noche</p>	

## MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE TEXTURA DEL SUELO

DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN
Someter el suelo a dispersión por 10 minutos o 15 si es de textura fina.	
Verter el contenido de la copa a una probeta de 1000 ml y aforar con agua de la llave.	
Agitar con el émbolo 10 veces verticalmente.	
Tan pronto como se termine la agitación poner en marcha el cronómetro y sumergir cuidadosamente el hidrómetro en la suspensión.	
Anotar la lectura del hidrómetro en la suspensión a los 40 segundos de haber cesado la agitación	
Sacar cuidadosamente el hidrómetro y tomar temperatura	
Dejar en reposo por dos horas y volver a tomar lectura con el hidrómetro y la temperatura	

**Nota.** Adaptado por autor, 2025.

### 1.3.RESULTADOS.

Las lecturas del hidrómetro deben ser corregidas en base a la temperatura que se toma en cada lectura de acuerdo con la siguiente tabla que es deducida por la ecuación de sedimentación de Fisher-Oden:

**Tabla 17.** Factores de corrección el procedimiento.

TEMP °C	FACTOR DE CORRECCION A TEMPERATURA
20	0
21	0.2
22	0.4
23	0.7
24	1.0
25	1.2
26	1.65
27	2.0
28	2.5
29	3.05
30	3.8

**Nota.** Adaptado por autor, 2025.

**Ecuación 4.** Cálculos para establecer la textura.

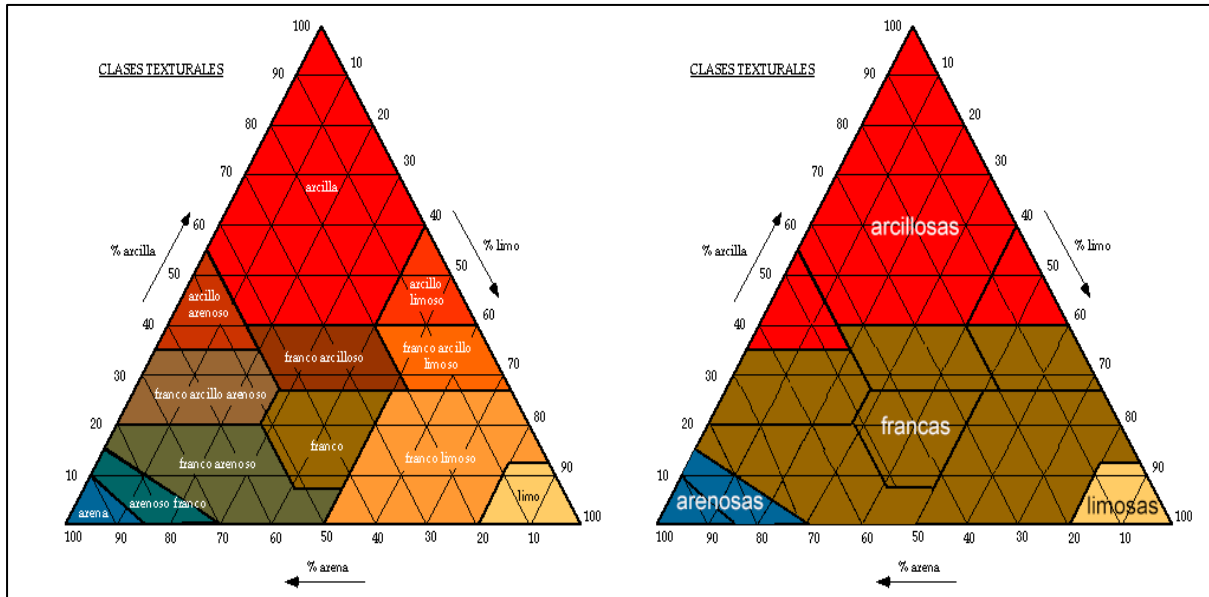
$$\% \text{ Arena} = 100 - \frac{\text{Lectura corregida a los 40 seg.}}{\text{peso de la muestra (g) a } 105^{\circ} \text{ C}} \times 100$$

$$\% \text{ Arcilla} = \frac{\text{lectura corregida a las 2 h} \times 100}{\text{peso de la muestra (g) a } 105^{\circ} \text{ C}}$$

$$\% \text{ Limo} = 100 - (\% \text{ Arcilla} + \% \text{ Arena})$$

Con los resultados obtenidos se hace una triangulación en el gráfico de clases texturales; para así determinar la textura del suelo a estudiar.

**Figura 19.** Clasificación de textura



**Nota.** Adaptado por autor, 2025.

#### 1.4.REGISTRO DE ENSAYOS.

**Tabla 18.** Registro de ensayo – Textura (Bouyoucos)

<b>Campo</b>	Descripción
<b>Código</b>	LAB-SUE-01
<b>Revisión</b>	01
<b>Fecha</b>	___/___/___
<b>Muestra No.</b>	Identificación
<b>Operador</b>	Nombre y firma
<b>Masa muestra (g)</b>	_____
<b>Lectura 40 s</b>	_____ (°H) T(°C)=_____ Corrección=_____
<b>Lectura 2 h</b>	_____ (°H) T(°C)=_____ Corrección=_____
<b>% Arena / % Limo / % Arcilla</b>	_____ / _____ / _____
<b>Textura (USDA)</b>	_____
<b>Observaciones</b>	_____

**Nota.** Adaptado por autor, 2025.

## 2. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE EN SUELOS POR EL MÉTODO DE CILINDRO

La densidad aparente del suelo se define como la masa por unidad de volumen de suelo seco a 105 °C, considerando tanto los sólidos como los poros presentes en el volumen analizado. La densidad aparente está determinada por factores como el contenido de materia orgánica, la textura del suelo y la distribución y densidad de las partículas minerales (arena, limo y arcilla).

### 2.1.MATERIALES.

Los materiales para aplicar son: Cilindro, Barretón, Estaca, Cinta métrica, Horno a 105°C, Balanza, Recipiente para la muestra.

**Tabla 19.** Materiales Para Utilizar para la prueba de densidad aparente del suelo.

<b>MATERIALES DISPONIBLES PARA DETERMINACIÓN DE TEXTURA</b>			
<b>MATERIALES</b>	<b>ILUSTRACIÓN</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>ILUSTRACIÓN</b>
Cilindros		Recipientes y balanzas	
Horno 105°C		Desecador	



**MATERIALES DISPONIBLES PARA DETERMINACIÓN DE TEXTURA**

<b>MATERIALES</b>	<b>ILUSTRACIÓN</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>ILUSTRACIÓN</b>
Tamiz		Recipiente	

**Nota.** Adaptado por autor, 2025.

**2.2.PROCEDIMIENTO**

**Tabla 20.** Procedimiento de determinación de densidad aparente por el método del cilindro

<b>MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE DENSIDAD APARENTE</b>	
<b>MÉTODO DEL CILINDRO</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ILUSTRACIÓN</b>
<p>Tome una muestra no perturbada de suelo.</p> <p>Transvase el contenido a una capsula de humedad.</p>	
<p>Tome el peso del suelo más la capsula.</p> <p>Ponga la muestra de suelo a 105° C por 24 horas</p> <p>Tomar peso del suelo seco más la cápsula</p> <p>Tome el peso de la cápsula sola y realice las respectivas correcciones</p>	

**Nota.** Adaptado por autor, 2025.

### 2.3.RESULTADOS

**Ecuación 5.** Cálculos para determinar la densidad aparente por método del cilindro.

$$Volumen\ Cilindro = \pi * r^2 * h$$

$$Da = \frac{PSS\ 105^{\circ}c}{Volumen\ del\ Cilindro}$$

Donde:

- Da= Densidad aparente
- PSS 105°C = Peso del suelo a 105°C

### 2.4.REGISTRO DE ENSAYOS.

**Tabla 21.** Registro de ensayo – Densidad Aparente (Cilindros)

Campo	Descripción
Código	LAB-SUE-02
Revisión	01
Fecha	___/___/___
Muestra No.	Identificación
Volumen cilindro (cm <sup>3</sup> )	___
Peso húmedo (g)	___
Peso seco (g)	___
Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	___
Réplicas (n) / CV(%)	___ / ___
Operador	Nombre y firma
Observaciones	_____

**Nota.** Adaptado por autor, 2025.

## E. Programas detallados por capítulo NTC-ISO/IEC 17025:2017

**Tabla 22.** Requisitos Generales

<b>Capítulo 4: Requisitos generales</b>					
<b>Proyecto:</b> Imparcialidad y confidencialidad en todas las actividades de ensayo.					
<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Recurso</b>	<b>Responsable</b>	<b>Seguimiento</b>	
Estructuración de documentación de fichas de imparcialidad y confidencialidad en la información a presentar en el laboratorio.	Declaración de imparcialidad firmada. Gestión de conflictos de interés. Política y acuerdos de confidencialidad.	de Formatos de declaración de Procedimiento de imparcialidad Registro de incidentes	de Coordinador de Laboratorio Supervisor de Calidad Jefe de departamento.	Auditoría interna anual y revisión por la dirección.	
<b>Meta:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentación estructurada del capítulo 4.</li> </ul>					
<b>Indicador:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Política estructurada</li> <li>• Gestión documental de imparcialidad y confidencialidad</li> <li>• No. de registros de incidentes que comprometan resultados</li> </ul>					

**Nota.** Adaptado por autor, 2025.

**Tabla 23.** Requisitos Estructurales

<b>Capítulo 5: Requisitos Estructurales</b>					
<b>Proyecto:</b> Definir autoridad, roles y relaciones organizacionales.					
<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Recurso</b>	<b>Responsable</b>	<b>Seguimiento</b>	
Formulación y diseño de matriz y organigramas de las funciones administrativas, técnicas y operativas del laboratorio de suelos.	Estructurar el organigrama de las funciones del laboratorio, designar o reestructurar funciones claves.	Organigrama de vigente Descripción de cargos	Coordinador de Laboratorio Jefe de departamento	Actualización y auditoría semestral o anual si amerita	
<b>Meta:</b>					

### Capítulo 5: Requisitos Estructurales

- Documentación estructurada del capítulo 5.

**Indicador:**

- Organigrama
- Manual de funciones del coordinador y monitores

**Nota.** Adaptado por autor, 2025.

**Tabla 24.** Recursos

### Capítulo 6: Recursos

**Proyecto:** Gestionar competencias, ambientes controlados y equipos con trazabilidad metrológica.

Tipo	Descripción	Recurso	Responsable	Seguimiento
Documentación de equipos y calibración	Diseñar formatos y de registro de calibración de equipos utilizados en el laboratorio.	Matriz de competencias  Registros de Temperatura y humedad relativa	Coordinador de Laboratorio	No. de equipos calibrados anuales
Plan de monitoreo ambiental del laboratorio	Monitorear las condiciones ambientales del laboratorio	Plan de calibración/verificación	Jefe de departamento del programa	Inspecciones semestrales.
Diseño de plan de contingencias	Formular planes de contingencia para exposición o contaminación de muestras de suelo	Hojas de vida de equipos	Docente líder.	Presentación del plan anual

**Meta:**

- Documentación estructurada del capítulo 6.

**Indicador:**

- Documentos con equipos calibrados
- Plan de monitoreo ambiental
- Planes de contingencia

**Nota.** Adaptado por autor, 2025.

**Tabla 25.** Procesos

<b>Capítulo 7: Procesos</b>				
<b>Proyecto:</b> Control del ciclo del ensayo: revisión, métodos, muestreo, registros, validez, informes, quejas y datos.				
<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Recurso</b>	<b>Responsable</b>	<b>Seguimiento</b>
Revisión de equipos y procedimientos del laboratorio para estudio de parámetros físicos.	Diseñar formatos de revisión de equipos y verificación de procesos de estudio dentro del laboratorio	POE del ensayo Plan de validación	Coordinador de Laboratorio	Indicadores mensuales Revisión semestral de desempeño analítico del procedimiento aplicado.
Verificación y validación de instrumentos y procedimientos aplicados según las normas estándar.	Diseñar formatos de validación de instrumentos aplicados.	Plan de aseguramiento de validez Formato de informe	Jefe de departamento del programa Docente líder.	
Aseguramiento y presentación de resultados, incluyendo los incidentes de conformidad.	Presentación de informes y resultados de los procedimientos no aplicados en el laboratorio	y hallazgos no conformes		
<b>Meta:</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentación estructurada del capítulo 7.</li> </ul>				
<b>Indicador:</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formatos de revisión de equipos</li> <li>• Verificación y cumplimiento de procedimientos</li> <li>• Formatos de presentación de informes.</li> </ul>				
<b>Nota.</b> Adaptado por autor, 2025.				

**Tabla 26.** Sistema de Gestión

<b>Capítulo 8: Sistema de Gestión</b>				
<b>Proyecto:</b> Control documental, mejora continua y revisión por la dirección.				
<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Recurso</b>	<b>Responsable</b>	<b>Seguimiento</b>
Estructuración del manual de procesos	Diseño y presentación del	Procedimientos de control documental	Supervisor de calidad	Ciclo anual PHVA.

### Capítulo 8: Sistema de Gestión

del laboratorio del manual de  
programa. funciones de Plan anual de Jefe de Cierre de  
administrativas auditorías departamento. acciones al  
del laboratorio final del año.

Matriz de acciones

Estructuración de  
formatos de Actas de revisión  
manual de por la dirección  
procedimientos de  
laboratorio.

Formato de registro Diseñar formatos  
de documentación del de validación de  
laboratorio instrumentos  
aplicados.

Revisiones de Revisión de  
documentación por procesos por alta  
alta dirección (jefe de dirección.  
departamento y  
supervisor de calidad  
UPC)

#### Meta:

- Documentación estructurada del capítulo 8.

#### Indicador:

- Manual de procesos
- Manual de funciones
- Registro de documentación
- Formato de auditoría

**Nota.** Adaptado por autor, 2025.

## CONCLUSIONES

El diagnóstico del estado actual de los procedimientos técnicos del laboratorio de suelos de la Universidad Popular del Cesar evidencia un nivel de madurez funcional con principales deficiencias en cuanto a la estructuración técnica de los procesos de determinación de los parámetros físicos del suelo. Además, se constató la existencia de prácticas operativas para los ensayos de textura y densidad aparente, así como experiencia del personal y disponibilidad de equipos básicos; no obstante, persisten debilidades en estandarización documental, control ambiental, registros completos de ensayo y evidencia de control metrológico.

Al analizar los métodos aplicados para la determinación de parámetros físicos frente a los requisitos de la NTC-ISO/IEC 17025:2017, se identificó un cumplimiento parcial en los bloques de requisitos generales y estructurales, y mayores oportunidades de mejora en recursos, procesos y sistema de gestión. Además, la norma demanda verificación/validación de métodos, estimación de incertidumbre, aseguramiento de la validez de resultados con un control documental a organizar. Por último, en la revisión se evidenció avances en la ejecución técnica, pero ausencia o insuficiencia de evidencias formales en validación, incertidumbre, planes metrológicos, auditorías internas y revisión por la dirección; elementos indispensables para afirmar conformidad plena con la norma.

Como respuesta a estas brechas, el diseño de la propuesta de validación y estandarización presentado constituye una hoja de ruta técnica y de gestión viable para elevar la confiabilidad de los resultados y alinear las prácticas con la NTC-ISO/IEC 17025:2017; donde se integra aspectos claves como: procedimientos normalizados de operación para textura (Bouyoucos) y densidad aparente (cilindro) con criterios de aceptación y controles internos, un plan de validación por ensayo que contempla precisión y exactitud en los procedimientos, un programa de calibración y verificación para equipos críticos, un diseño de los posibles mecanismos de aseguramiento de la validez y un sistema de seguimiento, auditoría interna y mejora continua, soportado en formatos de registro y control documental.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castillo B. (15 de 06 de 2010). Organización de las Naciones Unidas Para la alimentación y agricultura . <https://agris.fao.org/search/es/records/6472501d08fd68d54600d293>
- Cuenca Tandazo, V. J., & Román Alvarado, B. J. (2024). Validación del método de acetato de amonio para la determinación de metales intercambiables (Ca, Mg, Na y K) en los suelos [Trabajo de titulación, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional Universidad de Cuenca.
- Gamba Orjuela, J. P. (2020). *Propuesta para lograr la acreditación del laboratorio de ingeniería de métodos de la Universidad Católica de Colombia con base en la norma NTC-ISO/IEC 17025:2017* [Proyecto de investigación institucional, Universidad Católica de Colombia]. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/84239587-b5f7-4094-b495-540c26be7ce7/content>
- Hernández Prieto, J. P. (2024). *Propuesta de implementación de los requisitos contenidos en la norma NTC ISO/IEC 17025:2017 como herramienta para la acreditación de los ensayos realizados en el laboratorio de química inorgánica de la Universidad de América* [Tesis de maestría, Fundación Universidad de América]. <https://repository.uamerica.edu.co/server/api/core/bitstreams/5a11d775-1284-4635-870a-b846cb8f26a8/content>
- ONU. (2 de 12 de 2022). LOS SUELOS, EL ORIGEN DE LOS ALIMENTOS. Obtenido de <https://www.un.org/es/cr%C3%B3nica-onu/los-suelos-origen-de-los-alimentos>
- Páez Ordóñez, P. A., & Ortiz Burbano, Y. D. (2015). Evaluación de los métodos analíticos usados en el laboratorio de análisis químico y aguas de la Universidad de Nariño para determinar fósforo total en aguas y lixiviados con base en la NTC-ISO/IEC 17025:2005 [Trabajo de grado, Universidad de Nariño]. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departam Boletín CORN. (02 de 2018). Obtenido de Boletín CORN: <https://agcrops.osu.edu/newsletter/corn-newsletter/2018-02/soil-aggregate-stability-%E2%80%93soil-health-physical-indicator>

Sanabria, R. S. (2001). METODOS ANALITICOS DE LABORATORIO DE SUELOS .  
INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI: 6 EDICION .

Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA, Centro Agropecuario “La Granja”. (2013). *Manual de prácticas de campo y del laboratorio de suelos*.  
[https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/2785/practicas\\_campo\\_laboratorio\\_suelos.pdf;jsessionid=1DC6765AE3C774C975B3CBB397B4D810?sequence=1](https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/2785/practicas_campo_laboratorio_suelos.pdf;jsessionid=1DC6765AE3C774C975B3CBB397B4D810?sequence=1)

TECNAL. (2020). Obtenido de TECNAL:  
[https://tecnal.com.br/es/blog/308\\_determinacion\\_de\\_la\\_estabilidad\\_de\\_los\\_agregados\\_del\\_suelo](https://tecnal.com.br/es/blog/308_determinacion_de_la_estabilidad_de_los_agregados_del_suelo)

Torres Gutiérrez, J. E. (2024). *Mejora del sistema de gestión para la ampliación de la acreditación bajo la norma ISO/IEC 17025 en el laboratorio de la empresa Hermanos Urteaga Contratistas SRL* [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad Privada del Norte].  
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/42641/TORRES.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

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.

UNICESAR. (2025). Principios y objetivos. Universidad Popular del Cesar.  
[https://www.unicesar.edu.co/la\\_universidad/principios\\_objetivos/](https://www.unicesar.edu.co/la_universidad/principios_objetivos/)

UNICESAR. (2025). Valores institucionales. Universidad Popular del Cesar.  
[https://www.unicesar.edu.co/la\\_universidad/valores-institucionales/](https://www.unicesar.edu.co/la_universidad/valores-institucionales/)

Unicesar. (s. f.). Políticas institucionales. Universidad Popular del Cesar.  
<https://www.unicesar.edu.co/transparencia/politicas-institucionales/>

Universidad Popular del Cesar. (s. f.). Estructura organizacional. Universidad Popular del Cesar. [https://www.unicesar.edu.co/la\\_universidad/estructura-organizacional/](https://www.unicesar.edu.co/la_universidad/estructura-organizacional/)

Universidad Popular del Cesar. (s. f.). Historia. Universidad Popular del Cesar.

[https://www.unicesar.edu.co/la\\_universidad/historia/](https://www.unicesar.edu.co/la_universidad/historia/)

Bouyoucos, G. (1962). Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils.

*Agronomy Journal*, Obtenido de  
[https://colab.ws/articles/10.2134/agronj1962.00021962005400050028x?utm\\_source=chatgpt.com](https://colab.ws/articles/10.2134/agronj1962.00021962005400050028x?utm_source=chatgpt.com)

Hillel, D. (2004). Introduction to Environmental Soil Physics. *Academic Press*. Obtenido de

[https://www.nhbs.com/introduction-to-environmental-soil-physics-book?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.nhbs.com/introduction-to-environmental-soil-physics-book?utm_source=chatgpt.com)



**A6. ENCUESTAS A DOCENTES SOBRE EL USO DEL LABORATORIO DE SUELOS.**

<b>EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NTC-ISO/IEC 17025:2017 EN LOS MÉTODOS ANALÍTICOS APLICADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS DEL SUELO EN EL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR.</b>					
<b>Nombre investigador</b>				<b>Fecha</b>	
<b>Director</b>					
<b>Entrevistado</b>				<b>Rol del entrevistado</b>	
<b>ENCUESTA A DOCENTES SOBRE LA APLICACIÓN DEL NTC-ISO/IEC 17025:2017 EN LOS PROCEDIMIENTOS DE PARAMETROS FISICO.</b>					
<b>ITEM</b>	<b>Pregunta</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Parcial</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	¿Los procedimientos de análisis de textura del suelo en el laboratorio se realizan de acuerdo con protocolos documentados?				
2	¿La determinación de densidad aparente se lleva a cabo siguiendo los estándares definidos por la NTC-ISO/IEC 17025:2017?				
3	¿Se cuenta con manuales actualizados para la determinación de parámetros físicos del suelo (textura, densidad, agregados)?				
4	¿El personal del laboratorio recibe capacitación periódica en métodos analíticos de suelos según la norma?				
5	¿Los equipos empleados para el análisis de textura y densidad del suelo están calibrados según lo exige la norma?				

**EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NTC-ISO/IEC 17025:2017 EN LOS MÉTODOS ANALÍTICOS APLICADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS DEL SUELO EN EL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR.**

<b>Nombre investigador</b>		<b>Fecha</b>			
<b>Director</b>					
<b>Entrevistado</b>		<b>Rol del entrevistado</b>			
ENCUESTA A DOCENTES SOBRE LA APLICACIÓN DEL NTC-ISO/IEC 17025:2017 EN LOS PROCEDIMIENTOS DE PARAMETROS FISICO.					
<b>ITEM</b>	<b>Pregunta</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Parcial</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
6	¿Existen registros verificables de las calibraciones realizadas a los equipos del laboratorio de suelos?				
7	¿Se aplican procedimientos estandarizados para la preparación y manejo de muestras de suelo antes de los análisis físicos?				
8	¿El procedimiento de determinación de agregados estables cumple con la trazabilidad requerida por la NTC-ISO/IEC 17025:2017?				
9	¿Se garantiza la reproducibilidad de los resultados obtenidos en la determinación de parámetros físicos del suelo?				
10	¿Los informes de resultados entregados por el laboratorio cumplen con los lineamientos de la norma?				
11	¿El laboratorio cuenta con mecanismos de control de calidad para los métodos analíticos aplicados en suelos?				
12	¿Se realizan auditorías internas en el laboratorio para verificar el cumplimiento de la norma en los procedimientos técnicos?				
13	¿Existe correspondencia entre los procedimientos utilizados en el laboratorio y los estándares internacionales en análisis de suelos?				

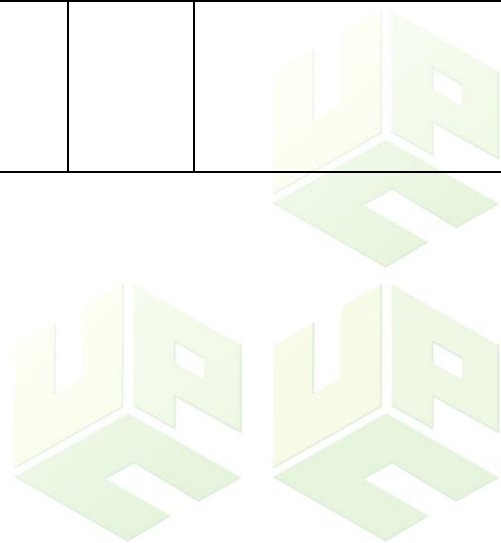
<b>EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NTC-ISO/IEC 17025:2017 EN LOS MÉTODOS ANALÍTICOS APLICADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS DEL SUELO EN EL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR.</b>					
<b>Nombre investigador</b>				<b>Fecha</b>	
<b>Director</b>					
<b>Entrevistado</b>				<b>Rol del entrevistado</b>	
ENCUESTA A DOCENTES SOBRE LA APLICACIÓN DEL NTC-ISO/IEC 17025:2017 EN LOS PROCEDIMIENTOS DE PARAMETROS FISICO.					
<b>ITEM</b>	<b>Pregunta</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Parcial</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
14	¿Los estudiantes reciben orientación sobre el uso correcto de métodos normalizados durante las prácticas de laboratorio?				
15	¿Considera usted que el laboratorio de suelos cumple en general con los requisitos de la NTC-ISO/IEC 17025:2017 en los procedimientos analíticos?				

#### **A7. ENCUESTAS A ESTUDIANTES SOBRE EL USO DEL LABORATORIO DE SUELOS.**

<b>EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NTC-ISO/IEC 17025:2017 EN LOS MÉTODOS ANALÍTICOS APLICADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS DEL SUELO EN EL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR.</b>					
<b>Nombre investigador</b>				<b>Fecha</b>	
<b>Director</b>					
<b>Entrevistado</b>				<b>Rol del entrevistado</b>	
ENCUESTA A ESTUDIANTES SOBRE LA APLICACIÓN DEL NTC-ISO/IEC 17025:2017 EN LOS PROCEDIMIENTOS DE PARAMETROS FISICO.					
<b>ITEM</b>	<b>Pregunta</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Parcial</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	¿Ha recibido instrucciones claras sobre los procedimientos para la determinación de la textura del suelo en el laboratorio?				

EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NTC-ISO/IEC 17025:2017 EN LOS MÉTODOS ANALÍTICOS APLICADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS DEL SUELO EN EL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR.					
<b>Nombre investigador</b>				<b>Fecha</b>	
<b>Director</b>					
<b>Entrevistado</b>				<b>Rol del entrevistado</b>	
ENCUESTA A ESTUDIANTES SOBRE LA APLICACIÓN DEL NTC-ISO/IEC 17025:2017 EN LOS PROCEDIMIENTOS DE PARAMETROS FISICO.					
ITEM	Pregunta	Sí	No	Parcial	OBSERVACIONES
2	¿Conoce los pasos que establece la norma para la determinación de la densidad aparente del suelo?				
3	¿El laboratorio cuenta con guías o manuales accesibles para los estudiantes sobre el análisis de parámetros físicos del suelo?				
4	¿Durante las prácticas se asegura la correcta preparación de las muestras de suelo antes de su análisis?				
5	¿Los equipos utilizados en los ensayos de textura y densidad del suelo funcionan adecuadamente durante las prácticas?				
6	¿Se le explica la importancia de la calibración de los equipos antes de realizar los análisis de laboratorio?				
7	¿Ha recibido capacitación básica sobre la aplicación de la norma NTC-ISO/IEC 17025:2017 en los análisis de suelos?				
8	¿El procedimiento de análisis de agregados del suelo se realiza con instrucciones claras y estandarizadas?				
9	¿Durante las prácticas se fomenta la toma de datos de forma precisa y ordenada?				
10	¿Se le ha explicado cómo interpretar los resultados de los análisis físicos del suelo bajo parámetros de calidad?				

<b>EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NTC-ISO/IEC 17025:2017 EN LOS MÉTODOS ANALÍTICOS APLICADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS DEL SUELO EN EL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR.</b>					
<b>Nombre investigador</b>				<b>Fecha</b>	
<b>Director</b>					
<b>Entrevistado</b>				<b>Rol del entrevistado</b>	
<b>ENCUESTA A ESTUDIANTES SOBRE LA APLICACIÓN DEL NTC-ISO/IEC 17025:2017 EN LOS PROCEDIMIENTOS DE PARAMETROS FISICO.</b>					
<b>ITEM</b>	<b>Pregunta</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Parcial</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
11	¿Los docentes verifican el cumplimiento de los pasos establecidos en cada procedimiento de análisis físico del suelo?				
12	¿Considera que los métodos empleados en el laboratorio son confiables para obtener resultados reproducibles?				
13	¿El laboratorio fomenta el uso de normas técnicas para garantizar la validez de los ensayos de suelos?				
14	¿Durante las prácticas se promueve la importancia del cumplimiento de la NTC-ISO/IEC 17025:2017 en los métodos analíticos?				
15	¿Considera usted que el laboratorio de suelos de la Universidad cumple en general con los requisitos para el análisis físico del suelo?				



**A8. EVIDENCIAS DE PRÁCTICA DE TEXTURA DE SUELO.**



**A9. EVIDENCIAS DE PRÁCTICA DE DENSIDAD APARENTE.**



**A10. LISTA DE VERIFICACIÓN DE NORMA NTC ISO/IEC17025:2017.**

LISTA DE VERIFICACIÓN DE REQUISITOS NORMA NTC-ISO/IEC 17025:2017								
LABORATORIO DE SUELOS GEAB								
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR								
Nº	Cláusula	Ítem verificable	Muy Insatisfactorio	Insatisfactorio	Neutral	Satisfactorio	Muy Satisfactorio	Descripción del Hallazgo
			1	2	3	4	5	
1	4.1	Declaración de imparcialidad aprobada y comunicada			x			Existe imparcialidad para los ensayos de laboratorio para proyectos de investigación, pero no se encuentra reglamentada
2	4.1	Identificación y control de riesgos a la imparcialidad (matriz, acciones)			x			Es un escenario académico, no aplica control de riesgos a la imparcialidad
3	4.1	Independencia de presiones comerciales/financieras	x					Depende de recursos prácticamente de la Universidad
4	4.2	Política y procedimientos de confidencialidad (accesos, acuerdos)			x			Es un escenario académico, no aplica control de riesgos a la imparcialidad
5	4.2	Compromisos de confidencialidad firmados (personal/visitantes/terceros)			x			Es un escenario académico, no aplica control de riesgos a la imparcialidad

**LISTA DE VERIFICACIÓN DE REQUISITOS NORMA NTC-ISO/IEC 17025:2017**

**LABORATORIO DE SUELOS GEAB**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR**

Nº	Cláusula	Ítem verificable	Muy Insatisfactorio	Insatisfactorio	Neutral	Satisfactorio	Muy Satisfactorio	Descripción del Hallazgo
			1	2	3	4	5	
6	4.2	Control de información del cliente (resguardos, backups, permisos)			x			Es un escenario académico, no aplica control de riesgos a la imparcialidad
<b>SUBTOTAL</b>			<b>1</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
7	5.1	Status legal y responsabilidades definidas					x	El laboratorio hace parte de la Universidad Popular del Cesar
8	5.2	Alcance del laboratorio (parámetros físicos de suelo) definido y vigente					x	Se establece el alcance del laboratorio para las pruebas objeto de estudio
9	5.3	Estructura organizacional y organigrama con líneas de autoridad		x				No existe una estructura organizacional dentro del laboratorio, solamente el docente tiene la máxima autoridad para el uso
10	5.4	Dirección técnica designada y competencias documentadas		x				No existe una dirección técnica, solamente se facultan responsabilidades a estudiantes monitores

**LISTA DE VERIFICACIÓN DE REQUISITOS NORMA NTC-ISO/IEC 17025:2017**

**LABORATORIO DE SUELOS GEAB**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR**

Nº	Cláusula	Ítem verificable	Muy Insatisfactorio	Insatisfactorio	Neutral	Satisfactorio	Muy Satisfactorio	Descripción del Hallazgo
			1	2	3	4	5	
11	5.5	Laboratorio cuenta con organización, gestión, ubicación, operaciones, servicios, responsabilidades, autoridad, documentación y validez de resultados			x			Existen conductos regulares pero no se encuentran estandarizados.
12	5.6	Personal encargado del sistema de gestión de la empresa	x					No existe una mejora continua de los laboratorios y sus procesos
<b>SUBTOTAL</b>			<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	
13	6.2	El laboratorio debe de contar con personal imparcial, documentación de requisitos de competencia para realizar actividades dentro del laboratorio, asignación de tareas y responsabilidades			x			Existe un área de contratación de estudiantes para monitoreo que tienen asignada actividades y demás, sin embargo no presenta una documentación dentro del laboratorio sobre las funciones a cumplir.

**LISTA DE VERIFICACIÓN DE REQUISITOS NORMA NTC-ISO/IEC 17025:2017**

**LABORATORIO DE SUELOS GEAB**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR**

Nº	Cláusula	Ítem verificable	Muy Insatisfactorio	Insatisfactorio	Neutral	Satisfactorio	Muy Satisfactorio	Descripción del Hallazgo
			1	2	3	4	5	
14	6.3	Control de ambiente (temperatura, humedad, polvo) y criterios por ensayo					x	Los laboratorios se encuentran adaptados en infraestructura
15	6.4	Inventario maestro de equipos y trazabilidad por equipo			x			Posee equipos e insumos para las pruebas, pero se encuentran desactualizados en términos de calibración
16	6.4	Calibración con certificados ONAC/ILAC, intervalos definidos		x				La mayoría de los equipos no se encuentran calibrados ni certificados
17	6.5	Política de trazabilidad al SI (patrones, cadenas de calibración)		x				No existen políticas de trazabilidad y procesamiento de información de equipos calibrados al sistema internacional.
<b>SUBTOTAL</b>			<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	
18	7.2	Métodos normalizados vigentes (INVIAS/NTC/ASTM) disponibles y controlados		x				Aplican los métodos pero no se encuentran estandarizados en un formato o manual

**LISTA DE VERIFICACIÓN DE REQUISITOS NORMA NTC-ISO/IEC 17025:2017**

**LABORATORIO DE SUELOS GEAB**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR**

N°	Cláusula	Ítem verificable	Muy Insatisfactorio	Insatisfactorio	Neutral	Satisfactorio	Muy Satisfactorio	Descripción del Hallazgo
			1	2	3	4	5	
19	7.4	Procedimiento de recepción, codificación y cadena de custodia de muestras			x			La custodia de las muestras son realizadas de forma técnica, no existen protocolos para tal fin.
20	7.7	Controles internos: duplicados, blancos, estándares, gráficos de control		x				Solamente se aplica control para las muestras
21	7.8	Contenido del informe conforme (identificación, método, resultados, incertidumbre, firmas)	x					No existe control de informes claves, debido a que los laboratorios son netamente académicos
<b>SUBTOTAL</b>			<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
22	8.8	Programa de auditoría basado en riesgo que cubre todos los requisitos	x					No existen auditorías ni revisiones de los estados de los equipos e insumos
23	8.9	Revisión gerencial anual con entradas y salidas completas	x					No existen auditorías ni revisiones de los estados de los equipos e insumos
<b>SUBTOTAL</b>			<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

**LISTA DE VERIFICACIÓN DE REQUISITOS NORMA NTC-ISO/IEC 17025:2017**

**LABORATORIO DE SUELOS GEAB**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR**

N°	Cláusula	Ítem verificable	Muy Insatisfactorio	Insatisfactorio	Neutral	Satisfactorio	Muy Satisfactorio	Descripción del Hallazgo
			1	2	3	4	5	
24	SUE-1	Ambiente de secado controlado (estufas 105±2 °C; registro y verificación)					x	Los equipos fueron adquiridos recientemente
25	SUE-2	Balanzas verificadas y calibradas con masas patrón certificadas					x	Los equipos fueron adquiridos recientemente
26	SUE-3	Tamices limpios, inspeccionados y certificados para granulometría					x	Los equipos fueron adquiridos recientemente
<b>SUBTOTAL</b>			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>5</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	