

Estructurar un Plan de mejoramiento para actividades específicas que se relacionan con el Sistema de Gestión de la calidad del laboratorio de Tomografía Computarizada para caracterización de yacimientos de la Universidad Industrial de Santander

Elizabeth Méndez García

**Trabajo de grado para optar al título de
Gestión Empresarial**

Directora

Luz Marina Delgado Monroy

Especialista en salud ocupacional

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia

Gestión Empresarial

Bucaramanga

2026

Dedicatoria

Dedico este logro a mis ángeles en el cielo, a mi padre Alfonso, mi madre Zoraida y a mi hermana del alma Sandra, gracias por sus enseñanzas y legado, fueron pilares importantes en mi vida.

A mi hija Valentina, por ser mi motor, mi guía y mi principal fuente de inspiración. Cada hora invertida y cada esfuerzo plasmado en estas páginas son en honor a su apoyo y confianza.

A mi hermano Alex, por creer en mí y motivarme cuando dudaba. Este logro es de ambos.

Y a Dios, por ser mi guía y fortaleza, por otorgarme la salud para recorrer este camino, aun cuando pensé que no lo lograría.

Agradecimientos

Al Ingeniero Nicolás Santos, director del grupo de investigación y laboratorio GIT de la Universidad Industrial de Santander -UIS, por brindarme la oportunidad de realizar mi proyecto y confiar en mis capacidades.

Al equipo de trabajo, por dejar de un lado sus actividades y dedicarme un espacio para poder realizar este proyecto.

Al IPRED, por brindarme las herramientas académicas y así ejecutar la práctica empresarial

Mi más profundo agradecimiento a mi tutora, ingeniera Luz Marina, cuya guía y consejos fueron fundamentales para el desarrollo y culminación de este proyecto.

A las evaluadoras profesoras Marcela y Adriana, por su guía académica y conocimiento profesional en este proceso

.

Este trabajo representa la culminación de un largo camino lleno de retos, aprendizaje y crecimiento personal. Nada de esto habría sido posible sin las personas que estuvieron a mi lado.

Y a Dios que se manifiesta en el amor q recibe y brinda.

Tabla de contenido

	Pág.
Introducción.....	14
1. Generalidades	16
1.1 Información del Grupo y Laboratorio GIT	16
1.2 Temáticas de la investigación.....	19
1.3 Servicios a la industria.....	20
1.4 Misión.....	21
1.5 Visión	21
2. Planteamiento del Problema	22
2.1 Descripción del problema.....	25
3. Justificación	27
4. Objetivos.....	29
4.1 Objetivo General.....	29
4.2 Objetivos Específicos	29
5. Alcance del Proyecto	30
6. Marco Teórico	32
6.1 Sistema de Gestión de Calidad (SGC).....	33
6.2 Tomografía Computarizada.....	34
6.3 Norma NTC ISO/IEC 17025:2017	36
7. Marco de Referencia.....	38
7.1 Marco Contextual	38
7.2 Descripción del Sector.....	39

7.3 Oportunidades y Amenazas	39
8. Diagnóstico	40
8.1 Requisitos generales del sistema	44
8.2 Requisitos relativos a la estructura	47
8.3 Requisitos relativos a los recursos.....	50
8.4 Instalaciones y condiciones ambientales	53
8.5 Equipamiento.....	55
8.6 Productos y servicios suministrados externamente	59
9. Plan de mejoramiento	63
9.1 Estructura de la documentación.....	63
9.2 Actividades desarrolladas durante el proceso.....	64
10. Sensibilización del personal de laboratorio	80
10.1 Programación para la capacitación del personal.....	84
11. Indicadores mejoras plan de gestión de calidad del laboratorio GIT	86
12. Conclusiones.....	88
13. Recomendaciones	90
Referencias bibliográficas	91

Listas de Figuras

Figura 1 <i>Grupo de Investigación en Tomografía Computarizada para Caracterización de Yacimientos – GIT</i>	16
Figura 2 <i>Grupo de Investigación en Tomografía Computarizada para Caracterización de Yacimientos – GIT</i>	17
Figura 3 <i>Mejora Continua</i>	38
Figura 4 <i>Ciclo PHVA para la Documentación</i>	40
Figura 5 <i>Lista de Registros norma ISO/IEC 17025:2017 ISO/IEC 17025:2017</i>	42
Figura 6 <i>Estructura de la Documentación</i>	63
Figura 7 <i>Encabezado de los Documentos</i>	64
Figura 8 <i>Organigrama</i>	65
Figura 9 <i>Política de Calidad</i>	66
Figura 10 <i>Rangos de Medición del Laboratorio</i>	72
Figura 11 <i>Planos de Laboratorio</i>	73
Figura 12 <i>Formato Hoja de Vida de Equipos</i>	74
Figura 13 <i>Escáner de tomografía (Tomógrafo)</i>	76
Figura 14 <i>Proceso de Capacitación</i>	81
Figura 15 <i>Requisito de Imparcialidad y Confidencialidad</i>	82
Figura 16 <i>Requisito de Relativos a la Estructura</i>	83
Figura 17 <i>Requisito de Relativos a los recurso</i>	84
Figura 18 <i>Reunión Equipo de Trabajo Técnico</i>	86
Figura 19 <i>Reunión Equipo de Laboratorios</i>	86

Figura 20 <i>Indicadores de Mejoras</i>	86
---	----

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Relación entre los requisitos de la Norma NTC ISO/IEC 17025:2017, el enfoque del proyecto y los instrumentos desarrollados</i>	24
Tabla 2 <i>Lista de Registros Numerales 4, 4.1. y 4.2</i>	45
Tabla 3 <i>Lista de Registros Numerales 4, 4.1. y 4.2</i>	48
Tabla 4 <i>Lista de Registros Numeral 6 (6.1 – 6.2.6)</i>	50
Tabla 5 <i>Lista de Registros Numeral 6 (6.3 – 6.3.5)</i>	53
Tabla 6 <i>Lista de Registros Numeral 6 (6.4 – 6.4.13)</i>	55
Tabla 7 <i>Lista de Registros Numeral 6 (6.6 – 6.6.3)</i>	59
Tabla 8 <i>Lista de Registros Numeral 7 (7.1 – 7.11.6)</i>	61
Tabla 9 <i>Lista de Registros Numeral 8 (8.1 – 8.11.6)</i>	62
Tabla 10 <i>Requisito de Relativos a la Estructura</i>	84

Lista de Apéndices

Los apéndices están disponibles en el Repositorio Institucional

Apéndice A. Carta de aceptación de la práctica

Apéndice B. Matriz de riesgos y oportunidades

Apéndice C. Procedimiento P.GIT.GI.04, elaboración de documentos del SGI

Apéndice D. Procedimiento P.GIT.GI.01, identificación de requisitos legales

Apéndice E. Procedimiento P.GIT.DE.02, presentación de propuestas

Apéndice F. Procedimiento P.GIT.DE.03, peticiones, quejas, reclamos y sugerencias

Apéndice G. Procedimiento P.GIT.DE.01, gestión de mercadeo

Apéndice H. Procedimiento P.GIT.GR.09, selección y contratación de personal

Apéndice I. Manual de funciones del GIT

Apéndice J. Procedimiento P.GIT.GR.03, entrenamiento y capacitación

Apéndice K. Formato de control ambiental

Apéndice L. Manual de procedimientos de equipos

Apéndice M. Procedimiento P.GIT.GR.06, mantenimiento correctivo

Apéndice N. Procedimiento P.GIT.GR.07, mantenimiento preventivo

Glosario

Acreditación: acto en el que se reconoce a la organización el cumplimiento de su función social.

Análisis: determinación de las particularidades de un sistema, identificación de métodos y confirmación de su cumplimiento, con el fin de obtener un conocimiento profundo y formular conclusiones a partir de la observación e interpretación de sus elementos y relaciones.

Caracterización: documento que tiene como finalidad describir cada proceso, estableciendo, entre otros aspectos, el objetivo, alcance, responsables, normatividad aplicable e indicadores necesarios para garantizar su control.

Corte de fantasmas: planos de corte que permiten visualizar el cuerpo en tres dimensiones.

Ensayo: procedimiento técnico que implica la evaluación de una o más propiedades de un material, equipo u organismo, según un método específico.

Ficha técnica: informe que incluye especificaciones técnicas de un producto, elemento, proceso, máquina o material.

Física digital de rocas: “relaciones matemáticas que se usan para convertir las propiedades de la roca y el fluido que conforman el yacimiento en propiedades geofísicas” (Vargas y Valle, 2012, p. 444).

Formato: modelo de plantilla diseñado específicamente para la captura o registro de información.

GIT: Grupo de Investigación en Tomografía Computarizada para la Caracterización de Yacimientos de la UIS.

Guía: documento que proporciona instrucciones y directrices para garantizar el logro de los objetivos.

Inteligencia artificial: capacidad cognitiva que posibilita la adquisición de conocimientos, comprensión, razonamiento, toma de decisiones y percepción de la realidad.

Implementación: ejecución de procesos y estructuras específicos en un sistema.

Laboratorio: organismo que realiza actividades relacionadas con la calibración o el ensayo.

Manual: documento que contiene datos organizados y clasificados sobre un tema particular; constituye un conjunto de información disponible para consulta.

Manual de gestión integrado: documento que enuncia las políticas de calidad, seguridad y salud en el trabajo y ambiente; asimismo, describe el Sistema de Gestión Integrado del GIT.

Norma: principio que se adopta para dirigir la conducta, la correcta realización de una acción o el adecuado desarrollo de una actividad.

Norma ISO 9001:2000: sistemas de gestión de la calidad, requisitos (ISO.ORG, 2015).

Norma ISO 31000:2018: gestión del riesgo, conforme a los lineamientos de la Organización Internacional de Normalización (2018).

Norma ISO 17025: requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración (ICONTEC, 2017).

ONAC: Organismo Nacional de Acreditación de Colombia, corporación que pertenece al Subsistema Nacional de la Calidad.

Predicción: anticipación de hechos nuevos que motiva considerablemente la investigación científica.

Procedimiento: conjunto de pasos o acciones organizadas que se siguen para realizar una tarea o lograr un objetivo.

SGC: sistema de gestión de la calidad formalizado que documenta los procesos, procedimientos y responsabilidades para lograr políticas y objetivos de calidad (ISO.ORG, 2015).

Tecnologías emergentes: avances novedosos que ofrecen mejoras en comparación con tecnologías más convencionales.

Técnica de corte: proceso mediante el cual el tomógrafo adquiere la información y el software muestra las estructuras internas.

Tomografía: método de exploración radiográfica que posibilita la obtención de imágenes radiológicas de una sección o plano específico de un cuerpo.

Resumen

Título: Estructurar un plan de mejoramiento para actividades específicas que se relacionan con el Sistema de Gestión de la calidad del laboratorio de Tomografía Computarizada para caracterización de yacimientos de la Universidad Industrial de Santander -UIS. *

Autor: Elizabeth Méndez García **

Palabras claves: Sistema de Gestión de Calidad, NTC-ISO 17025, capacitación, documentación, diagnóstico, procedimientos.

Descripción:

Este proyecto estructuró un plan de mejoramiento para el Sistema de Gestión de la Calidad del Laboratorio de Tomografía Computarizada para Caracterización de Yacimientos GIT de la Universidad Industrial de Santander, con fundamento en los requisitos de la Norma NTC ISO/IEC 17025:2017. El desarrollo se orientó bajo el ciclo PHVA, iniciando con un diagnóstico de conformidad que evidenció un cumplimiento del 68% y permitió identificar brechas relacionadas principalmente con la gestión documental, la administración de riesgos y la organización de registros. El alcance se concentró en los requisitos generales, de estructura y de recursos, correspondientes a los numerales 4, 5 y 6 de la norma, priorizando la imparcialidad, la confidencialidad, la estructura organizacional, el personal, las instalaciones y el equipamiento. Aunque por limitaciones de tiempo, recursos y alcance técnico no se abordaron integralmente los numerales 6.5, 7 y 8, se realizaron aportes en la revisión de solicitudes, ofertas y contratos, la gestión de quejas y el control documental. La metodología incluyó revisión documental, entrevistas al personal y análisis de cumplimiento normativo. Como resultado, se entregaron manuales, procedimientos y recomendaciones que fortalecen la capacidad administrativa y técnica del laboratorio, estableciendo una ruta para avanzar hacia la futura acreditación ante el ONAC.

*Trabajo de Grado

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Gestión Empresarial. Directora: Ing. Luz Marina Delgado Monroy. Especialista en Salud Ocupacional

Abstract

Title: Structuring an improvement plan for specific activities related to the Quality Management System of the Computed Tomography Laboratory for Reservoir Characterisation at Universidad Industrial de Santander - UIS. *

Autor: Elizabeth Méndez García **

Keywords: Quality Management System, NTC-ISO 17025, training, documentation, assessment of procedures.

Descripción:

This project developed an improvement plan for the Quality Management System of the GIT Computed Tomography Laboratory for Reservoir Characterization at the Industrial University of Santander, based on the requirements of the NTC ISO/IEC 17025:2017. The project was guided by the PDCA cycle, beginning with a compliance assessment that revealed 68% compliance and identified gaps related primarily to document management, risk management, and record organization. The scope focused on the general, structural, and resource requirements corresponding to sections 4, 5, and 6 of the standard, prioritizing impartiality, confidentiality, organizational structure, personnel, facilities, and equipment. Although, due to limitations in time, resources, and technical scope, sections 6.5, 7, and 8 were not addressed comprehensively, contributions were made regarding the review of applications, bids, and contracts, complaint management, and document control. The methodology included a document review, staff interviews, and an analysis of regulatory compliance. As a result, manuals, procedures, and recommendations were provided that.

* Bachelor Thesis

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Business Management. Director: Eng. Luz Marina Delgado Monroy. Specialist in Occupational Health

Introducción

El Grupo de Investigación en Tomografía Computarizada para Caracterización de Yacimientos – GIT, adscrito mediante Resolución No. 1022 de 2021 a la Vicerrectoría de Investigación y Extensión de la Universidad Industrial de Santander -UIS, representa una entidad líder en la investigación y aplicación de tecnologías avanzadas para la caracterización de yacimientos. En este contexto, se estableció una colaboración con el Instituto de Proyección Regional de Educación a Distancia - IPRED, ofreciendo a la estudiante la oportunidad de realizar la práctica empresarial.

Durante el periodo de práctica, la estudiante tuvo la responsabilidad de respaldar el plan de mejoramiento para la implementación del Sistema de Gestión de Calidad (SGC) para el laboratorio de Tomografía Computarizada. Esta iniciativa no solo ofrece una experiencia práctica invaluable, sino que también representa un compromiso con la excelencia en el servicio y la mejora continua. El propósito fundamental de esta colaboración fue brindar la oportunidad a una estudiante del programa de Gestión Empresarial de aplicar y aportar los conocimientos adquiridos a lo largo de su formación académica. A través de este proyecto, se espera que la participante pueda integrar teoría y práctica en un entorno real, desarrollando habilidades de gestión, liderazgo y resolución de problemas.

Los capítulos contemplados en este proyecto son 3, el Primer capítulo corresponde al diagnóstico interno al Laboratorio de Investigación en Tomografía Computarizada y Caracterización de Yacimientos-GIT, que se realizó comparando los documentos con los que contaba el Laboratorio en ese momento, frente a los requisitos de la Norma NTC ISO/IEC 17025, identificando las brechas existentes, fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora. el Segundo capítulo se refiere a la Formulación del plan de mejoramiento, que

comprende la documentación del Sistema de Gestión de Calidad para la Competencia de Laboratorio, el cual se desarrolló basado en los resultados del diagnóstico. Se estableció la estructura documental para determinar los formatos, procedimientos y manuales requeridos, tales como la política de calidad, el organigrama , la matriz de riesgos, el manual de funciones , el manual de equipos y 9 procedimientos y el Tercer capítulo concierne a la Sensibilización y socialización del plan de mejoramiento al personal administrativo, docentes, profesionales y técnicos que interactúan directa e indirectamente con el Laboratorio de Investigación, en el que se llevó a cabo el proceso de divulgación de los documentos, para leer, explicar inquietudes, resolver dudas y operativizar los procedimientos.

1. Generalidades

1.1 Información del Grupo y Laboratorio GIT

El Grupo de investigación en tomografía computarizada para caracterización de yacimientos (GIT) junto con su laboratorio, se constituye como una entidad interdisciplinaria y transversal que abarca diversas áreas del conocimiento, contribuyendo al avance de las Geociencias y al fomento de recursos energéticos sostenibles. Fundado el 21 de abril de 2014, este grupo de investigación se enmarca en la estructura de la Universidad Industrial de Santander, específicamente bajo la vicerrectoría de Investigación y Extensión. Además, es importante destacar que el GIT ha obtenido el reconocimiento del Ministerio de Ciencias, Tecnología e Innovación de Colombia en la prestigiosa Categoría A, lo cual valida su excelencia y relevancia en el ámbito académico y científico del país. Este reconocimiento no solo respalda la calidad y el impacto de las investigaciones realizadas por el GIT, sino que también posiciona a la universidad como un referente en el desarrollo de conocimiento y tecnología en el campo de las geociencias y los recursos energéticos.

Figura 1

Grupo de Investigación en Tomografía Computarizada para Caracterización de Yacimientos – GIT

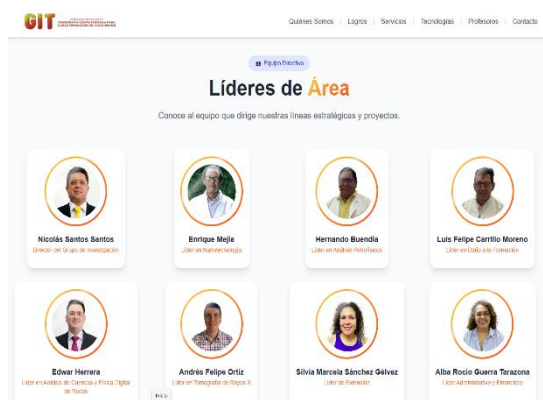


Figura 2

Grupo de Investigación en Tomografía Computarizada para Caracterización de Yacimientos – GIT



El Laboratorio de Tomografía Computarizada del Grupo de Investigación GIT, adscrito a la Vicerrectoría de Investigación y Extensión de la Universidad Industrial de Santander, ha establecido la implementación de un Sistema de Gestión de Calidad conforme a los requisitos de la norma ISO/IEC 17025:2017. Esta iniciativa subraya la necesidad de fortalecer los servicios prestados por el laboratorio y destaca su posición única en el sector, siendo el único laboratorio de su tipo que cumple con la normatividad legal vigente de la Resolución 482 de 2018.

Esta resolución regula el uso de equipos generadores de radiación ionizante y su control de calidad en prácticas médicas, veterinarias, industriales o de investigación, a través del otorgamiento de licencias para dichas prácticas, El PetroCT (técnica de diagnóstico por imagen de última generación de tomografía Computarizada) del laboratorio fue desarrollado por el grupo de investigación de tomografía para caracterización de yacimientos (GIT) de la

universidad industrial de Santander (UIS), en colaboración con Ecopetrol S.A. y Minciencias, en el marco del proyecto “Técnicas Avanzadas de imágenes en medios porosos para la caracterización no intrusiva de roca e incremento del factor de recobro en campos de crudo pesado, y campos maduros de crudos convencionales RC-513 de 2013”, de manera general el software recibe información de tomografía en formato DICOM o JPEG, o información de tomografía procesada en formato ASCII. Como productos puede generar propiedades impresas en formato ASCII o reportes automáticos en PDF. A continuación, se nombran algunas de las funciones de la herramienta:

- Extracción de números CT con área de selección.
- Determinación de RHOB y PEF por Dual Energy
- Generación de Imágenes Radiales
- Predicción de porosidad por CT
- Predicción de permeabilidad por CT
- Definición de tipos de roca (r35 o FZI)
- Generación de Informe de porosidad CT en PDF
- Generación de Informe de porosidad CT, permeabilidad CT y tipos de roca

en PD

Áreas Tecnológicas

- Caracterización de sistemas petrolíferos
- Análisis de Cuencas sedimentarias

- Física digital de rocas
 - Tomografía Computarizada en rocas de yacimiento
 - Incremento del factor de recobro con tecnologías emergentes
 - Predicción, inhibición y remoción de daño a la formación
 - Análisis petrofísicos básicos y avanzados
 - Incremento de producción de hidrocarburos con tecnologías emergentes
 - Nanotecnología aplicada a la explotación y producción de hidrocarburos
 - Inteligencia artificial y sensores electrónicos aplicados a la industria de los hidrocarburos
- Gestión sostenible del sector de hidrocarburo

1.2 Temáticas de la investigación

Las temáticas de investigación del Grupo de Investigación en Tomografía Computarizada para Caracterización de Yacimientos - GIT se orientan al estudio y aplicación de la tomografía computarizada en el campo de las geociencias, con el propósito de fortalecer los procesos de análisis, interpretación y caracterización de materiales geológicos. En este sentido, se abordan las generalidades de la tomografía en las geociencias, mediante la exploración de sus aplicaciones y beneficios para el estudio interno de rocas, núcleos de perforación y otros materiales de interés para la industria energética.

Asimismo, el grupo desarrolla investigaciones relacionadas con la metodología de doble energía en núcleos de perforación, la cual permite implementar técnicas avanzadas para obtener una caracterización más precisa de las muestras analizadas. Esta metodología

contribuye a mejorar la identificación de propiedades físicas y petrofísicas, favoreciendo una comprensión más detallada de las condiciones internas de los núcleos.

Otra línea relevante corresponde a la interpretación de resultados de tomografía, especialmente en lo relacionado con la densidad de la roca, conocida como RHOB, y el factor fotoeléctrico, PEF. A partir del análisis de las imágenes tomográficas, el laboratorio puede obtener información técnica que facilita la evaluación de las propiedades del material, aportando elementos fundamentales para la toma de decisiones en estudios de caracterización de yacimientos.

1.3 Servicios a la industria

En cuanto a los servicios a la industria, el GIT ofrece una amplia gama de servicios especializados orientados a la correlación, integración y análisis de información estratigráfica, registros eléctricos y registros tomográficos de pozos. Estos servicios permiten proporcionar una visión integral de los datos recolectados, lo cual favorece una mejor interpretación técnica y una toma de decisiones más precisa en proyectos asociados a la exploración y explotación de recursos energéticos.

De igual manera, el grupo realiza evaluación de plays no convencionales, análisis de yacimientos no convencionales, caracterización de sistemas petrolíferos y análisis de cuencas sedimentarias, con el fin de determinar la viabilidad, potencial y comportamiento de las formaciones geológicas estudiadas. Estas actividades permiten identificar áreas con potencial de explotación y comprender de forma más amplia las propiedades estructurales y composicionales de los sistemas analizados.

Finalmente, el GIT desarrolla actividades asociadas a la física digital de rocas, la certificación de estratigrafía física y de calidad de núcleos de perforación, así como la caracterización estática y dinámica de yacimientos. Estas líneas de trabajo contribuyen a garantizar mayor precisión en la interpretación de los núcleos, optimizar la evaluación de las propiedades de los yacimientos y fortalecer los procesos de investigación aplicada al servicio de la academia, la industria y el desarrollo tecnológico.

1.4 Misión

Desarrollo y aplicación de tecnologías emergentes tales como, tomografía computarizada, física digital de rocas, resonancia magnética nuclear, procesamiento de imágenes, nanotecnología, biotecnología, big data e inteligencia artificial enfocadas en la solución de problemas y optimización de procesos de desarrollo tecnológico asociados a Recursos Energéticos Sostenibles y a las Geociencias

1.5 Visión

El GIT en el 2030 será el Grupo de Investigación junto con el laboratorio, líder en Colombia en el desarrollo y aplicación de tecnologías emergentes como tomografía computarizada, física digital de rocas, resonancia magnética nuclear, procesamiento de imágenes, nanotecnología, biotecnología, big data e inteligencia artificial, enfocadas en la solución de problemas y optimización de procesos de desarrollo tecnológico asociados a Recursos Energéticos Sostenibles y a las Geociencias.

2. Planteamiento del Problema

El laboratorio de Tomografía computarizada de la Universidad Industrial de Santander (UIS) desempeña un papel fundamental en la industria minera y petrolera, ya que proporciona información sobre las propiedades físicas y estructurales de las formaciones geológicas. La tomografía computarizada (TC) es una técnica avanzada que permite obtener imágenes tridimensionales de los materiales, ofreciendo una caracterización más precisa de los yacimientos, información detallada sobre la estructura y propiedades de los materiales geológicos.

Sin embargo, actualmente, su Sistema de Gestión de Calidad (SGC) no se encuentra plenamente alineado con los requisitos de la norma NTC ISO/IEC 17025:2017, que establece los criterios de competencia técnica y gestión de calidad para laboratorios de ensayo y calibración, situación que genera limitaciones como: procedimientos de operación y calibración incompletos o no estandarizados, deficiencias en la documentación de procesos y registros, brechas en la capacitación del personal técnico, como también falta de un plan de mantenimiento correctivo y preventivo de sus equipos.

En este contexto, surge la necesidad de apoyar en la estructura de un plan de mejoramiento del SGC, basado en los lineamientos de la ISO/IEC 17025:2017, que permita identificar y optimizar procesos, fortalecer la competencia del personal para garantizar la validez de los ensayos. Con este plan no solo lograría la acreditación formal del laboratorio, sino que también potenciará su capacidad de contribuir al conocimiento científico, al desarrollo de la industria de caracterización de yacimientos, a la participación en proyectos de investigación e interacción con la industria.

Tomando en cuenta los requerimientos propios del proceso de certificación el Grupo de Investigación de Tomografía Computarizada para Caracterización de Yacimientos–GIT orientado al desarrollo e implementación de las tecnologías emergentes, busca conseguir la certificación de calidad para las pruebas que se llevan a cabo en su laboratorio, las cuales son Tomografía de rayos X y Escaneo de Muestras de Núcleos de Perforación a Doble Energía.

El proceso inició con un diagnóstico frente a la norma y una revisión de los estándares nacionales e internacionales como es el caso de la NTC-ISO-IEC 17025 que “establece los requisitos generales para la competencia en la realización de ensayos y/o de calibraciones, incluido el muestreo” (ICONTEC, 2017, p. 11); es decir, esta norma define los parámetros afines a la acreditación de alta calidad en puntos relacionados con: competencia técnica, gestión de calidad, eficiencia en equipos y calibración y documentación de los procedimientos de ensayo; por ende, establece los requisitos fundamentales que los laboratorios deben cumplir para obtener la acreditación .

De acuerdo con la rigurosidad y exigencias del proceso que implica cumplir con los estándares de acreditación, el Grupo de Investigación en Tomografía Computarizada para Caracterización de Yacimientos (GIT) vinculó una estudiante en modalidad de práctica empresarial de trabajo de grado, para apoyar las siguientes actividades relacionadas con los requisitos de la norma, que son el alcance del presente proyecto:

- Apoyar la Elaboración del Manual de Calidad del Laboratorio.
- Realizar un diagnóstico del laboratorio frente a los requisitos de la norma NTC ISO/IEC 17025:2017.
- Apoyar la elaboración de formatos y procedimientos solicitados por la norma NTC. ISO/IEC 17025:2017.

- Formular el plan de mejora para la implementación del Sistema de Gestión para la Competencia de los Laboratorios de Pruebas, en el Laboratorio de Tomografía Computarizada y Caracterización de Yacimientos-GIT.
- Realizar reunión con el personal involucrado en el proceso.
- Identificar detalladamente cada uno de los instrumentos, equipos y componentes de gran utilidad y alta frecuencia de uso, existentes en el laboratorio.
- Actualizar las hojas de vida con sus especificaciones de los instrumentos, elementos y componentes utilizados en el laboratorio.
- Socializar la estructura del plan de mejoramiento al personal administrativo, profesionales y técnicos que interactúan directa e indirectamente con el Laboratorio de Investigación en Tomografía Computarizada y Caracterización de Yacimientos-GIT, de la Universidad Industrial de Santander-UIS, de acuerdo a los requisitos de la norma basada en los numerales 4 (Generales), 5 (Estructura) y 6 (Recursos,

Tabla 1

Relación entre los requisitos de la Norma NTC ISO/IEC 17025:2017, el enfoque del proyecto y los instrumentos desarrollados

CAPITULO DE LA NORMA NTC ISO/IEC 17025:2017.	ENFOQUE	INSTRUMENTO
4. Generales	Imparcialidad y Confidencialidad	Matriz de Riesgos

5. Estructura	Organización y Responsabilidad	Manual de Calidad, documentos de estructura, manuales, procedimientos
6. Recursos	Personal, Equipos	Hojas de vida de equipos, plan de Capacitación personal, programa de mantenimientos preventivos y correctivos.
7. Requisitos del proceso	7.1 Revisión de solicitudes, ofertas y contratos	Procedimiento para revisar solicitudes, ofertas y contratos, donde se verifique que tiene la capacidad técnica y recursos para cumplir, resolver diferencias entre lo solicitado y lo ofrecido
	7.9 Quejas	Procedimiento Recepción, evaluación e investigación de la queja, Registro y seguimiento Toma de decisiones y acciones de Comunicación con el cliente
8. Requisitos del Sistema de gestión	8.2 Documentación del sistema de gestión	Conjunto de documentos que estructuran el sistema de gestión, procedimientos, formatos, políticas de calidad, manuales
	8.3 Control de documentos del sistema de gestión	Procedimiento control de documentos (puede ser físico o digital, Control de versiones (identificación de cambios)

2.1 Descripción del problema

El director del Grupo de Investigación y Laboratorio en Tomografía Computarizada y Caracterización de Yacimientos (GIT) de la Universidad Industrial de Santander, MSc. Nicolás Santos, inició un proyecto ambicioso y visionario, consistente en la acreditación de las pruebas que se realizan en el laboratorio de Tomografía, cuyo objetivo no solo es fortalecer los servicios académicos, sino también abrir las puertas a la colaboración con la industria. El proyecto se cimenta en el hecho de que el laboratorio cuenta con un equipo tomógrafo de vanguardia que ofrece una aplicación de la TAC fundamental en la industria de los hidrocarburos, que sirve para apoyar en la descripción y caracterización de rocas; la cual no solo permite una evaluación cualitativa detallada, sino también análisis cuantitativos precisos, lo que lo convierte en un recurso invaluable para el sector.

El laboratorio durante la elaboración del presente documento, ofrece servicios a la industria con las que tiene alianzas y convenios académicos, a pesar de no contar con un sistema de calidad implementado, tiene la capacidad de brindar la tecnología con el personal calificado para ofertar los servicios de análisis de pruebas, lo cual representa una limitación significativa en términos de reconocimiento de la competencia técnica y la validez de sus resultados, el laboratorio enfrenta barreras para su posicionamiento competitivo, la expansión de sus servicios y el cumplimiento de requisitos regulatorios o contractuales que demandan la acreditación bajo ISO/IEC 17025.

De acuerdo al diagnóstico realizado el laboratorio del GIT precisa de oportunidades de mejora que se materializan en la falta de un manual de calidad, un manual de procedimiento y un organigrama; estas carencias evidencian la necesidad imperiosa de:

1) Primer paso: Elaborar el Manual para tener la estructura organizacional del laboratorio.

2) Segundo paso: Elaborar un Manual para establecer los pasos y protocolos precisos para llevar a cabo tareas específicas dentro del laboratorio.

3) Tercer paso: Elaborar el Manual de Gestión de Calidad para que el laboratorio pueda identificar los requisitos que debe cumplir conforme a la norma, y así establecer un marco sistemático que defina los procesos, procedimientos y estándares de calidad necesarios para garantizar la fiabilidad, precisión y excelencia en las actividades de investigación, análisis y servicios ofrecidos por el laboratorio

En síntesis, la obtención de la acreditación del laboratorio no solo garantizará la prestación de servicios con los más altos estándares de calidad y precisión, sino que también fortalecerá la reputación y posición de la Universidad Industrial de Santander como un

referente destacado en investigación y colaboración intersectorial. Este logro reflejará el compromiso continuo de la universidad con la excelencia académica y la contribución significativa al avance científico y tecnológico tanto a nivel nacional como internacional, consolidando su papel como líder indiscutible en la generación y aplicación de conocimiento.

3. Justificación

La implementación del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) es crucial para la acreditación del Laboratorio de Tomografía del Grupo de Investigación de Tomografía Computarizada para Caracterización de Yacimientos (GIT) de la Universidad Industrial de Santander, debido a que el SGC establece procesos y procedimientos documentados que garantizan el cumplimiento de los estándares de calidad requeridos para la acreditación del laboratorio, como los especificados por el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC) u otros organismos internacionales.

Por otro lado, el SGC promueve una cultura de mejora continua al identificar áreas de oportunidad, establecer objetivos de calidad y realizar seguimiento de los procesos para asegurar la eficiencia y eficacia de las operaciones del laboratorio; en efecto, al implementar el SGC, se asegura que todas las actividades del laboratorio se realicen de manera consistente y uniforme, lo que garantiza la reproducibilidad de los resultados y la confiabilidad de los servicios ofrecidos.

Finalmente se puede afirmar que la implementación del SGC y la eventual acreditación del laboratorio demuestran el compromiso de la Universidad Industrial de Santander con la calidad y la excelencia en la investigación y los servicios ofrecidos, lo que

consecuentemente generará confianza en los clientes y usuarios del laboratorio, tanto en el ámbito académico como en el industrial.

4. Objetivos

4.1 Objetivo General

Estructurar un plan de mejoramiento para las actividades específicas que se relacionan con el Sistema de Gestión de la calidad del laboratorio de Tomografía Computarizada para caracterización de yacimientos de la Universidad Industrial de Santander -UIS, basado en los requisitos de la Norma NTC ISO/IEC 17025:2017.

4.2 Objetivos Específicos

Realizar un diagnóstico interno al Laboratorio de Investigación en Tomografía Computarizada y Caracterización de Yacimientos-GIT, adscrito a la Universidad Industrial de Santander-UIS, cumpliendo con los requisitos de la Norma ISO 17025:2017.

Formular un plan de mejoramiento para la implementación del Sistema de Gestión de Calidad para la Competencia de los Laboratorios de Pruebas, en el Laboratorio de Investigación en Tomografía Computarizada y Caracterización de Yacimientos-GIT, con miras de obtener la acreditación de la NTC17025

Sensibilizar y Socializar el plan de mejoramiento al personal administrativo, docentes, profesionales y técnicos que interactúan directa e indirectamente con el Laboratorio de Investigación en Tomografía Computarizada y Caracterización de Yacimientos-GIT, de la Universidad Industrial de Santander-UIS

5. Alcance del Proyecto

Apoyar la estructuración de un plan de mejoramiento para actividades específicas que se relacionan con el Sistema de Gestión de la calidad del laboratorio de Tomografía Computarizada para caracterización de yacimientos de la Universidad Industrial de Santander, en cuanto a sus procedimientos, documentación, responsabilidades, de acuerdo a la norma NTC ISO/IEC 17025:2017, que es la referencia para los requisitos de competencia técnica de los laboratorios de ensayo/calibración, se revisarán los requisitos de la norma que aplican al laboratorio en cuestión, el cual incluye los requisitos generales, la estructura y los recursos, priorizando en este proyecto la Imparcialidad (servicios externos), la estructura (organización del laboratorio) y los recursos (fase operativa ejecutar los ensayos).

Para el desarrollo de la práctica empresarial, se llevó a cabo la estructuración de un plan de mejoramiento orientado a actividades específicas relacionadas con el Sistema de Gestión de la Calidad del laboratorio de Tomografía Computarizada para la caracterización de yacimientos, basado en los requisitos de la Norma NTC ISO/IEC 17025:2017, no fueron contemplados dentro de las actividades de los objetivos aprobados para este proyecto académico, los siguientes numerales y requisitos de la norma: numeral 6.5 Trazabilidad metrológica, y requisitos 7. Del proceso y 8 Sistema de gestión, de acuerdo a los siguientes fundamentos técnicos y operativos:

Del requisito 6. Relativos a los Recursos el numeral 6.5 (Trazabilidad metrológica): estas responsabilidades son de nivel técnico especializado, los cuales ya están establecidos y validados por el personal del laboratorio, quedando fuera del alcance de los objetivos específicos de mis actividades como practicante.

Requisito 7 (requisitos del proceso, numeral 7.1.2 1 al 7.11.6) se basó estrictamente al cumplimiento de los protocolos de confidencialidad y reserva de información del laboratorio, además que algunas actividades técnicas como: muestreo, validación de métodos, evaluación de la incertidumbre de medición, registros, no forman parte del alcance de la práctica empresarial, la cual está delimitada a objetivos específicos que son el diagnóstico, un plan de mejoramiento y sensibilizar al personal, más sin embargo dentro de este requisito se realizaron 2 actividades dentro del plan de mejoramiento que se relacionan a continuación:

Numeral 7.1.1 Revisión de solicitudes, ofertas y contratos, se elaboró un procedimiento donde se estable la metodología a desarrollar para presentar propuestas técnico económicas ante licitaciones, convocatorias y/o procesos de selección por parte del grupo de investigación en tomografía computarizada para caracterización de yacimientos de la Universidad Industrial de Santander – GIT.

Numeral 7.9 Quejas, se elaboró un procedimiento para establecer la metodología para conocer la percepción del cliente del Grupo de Investigación en Tomografía Computarizada para Caracterización de Yacimientos - GIT, para incrementar los niveles de satisfacción y responder de manera oportuna a sus peticiones, quejas, reclamos y sugerencias.

Requisito 8 (requisitos del sistema de gestión numeral, 8.1 al 8.9.3), por ser el más extenso de la norma y por estar sujeto a la maduración del sistema de gestión y a la realización de ciclos de auditoría internas para lograr la acreditación otorgada por el organismo de acreditación ONAC, acreditación que depende de tiempos administrativo, recursos financieros de la universidad los cuales exceden el tiempo de participación en este proyecto.

En consecuencia, el alcance del proyecto comprendió algunos requisitos específicos de la Norma NTC ISO/IEC 17025:2017. En los requisitos generales se abordaron los numerales 4.1, imparcialidad, y 4.2, confidencialidad. En los requisitos relativos a la estructura se incluyeron los numerales 5.1, entidad legal; 5.2, dirección con responsabilidad general; 5.3, alcance de las actividades; y 5.4 y 5.5, organización y responsabilidades. En los requisitos relativos a los recursos se trabajaron los numerales 6.2, personal; 6.3, instalaciones y condiciones ambientales; y 6.4, equipamiento. Asimismo, se hicieron aportes en los numerales 7.1, revisión de solicitudes, ofertas y contratos, y 7.9, quejas, correspondientes a los requisitos del proceso. Finalmente, se participó en actividades relacionadas con los numerales 8.2, documentación del sistema de gestión, y 8.3, control de documentos del sistema de gestión.

6. Marco Teórico

Mediante la práctica, se busca estructurar un plan de mejoramiento para actividades específicas que se relacionan con el Sistema de Gestión de la calidad del laboratorio de Tomografía Computarizada para caracterización de yacimientos de la Universidad Industrial de Santander -UIS, basado en los requisitos de la Norma NTC ISO/IEC 17025:2017; los referentes teóricos se encaminan a tratar tres temas fundamentales que son: Sistema de Gestión de Calidad, tomografía computarizada y Norma NTC ISO/IEC 17025:2017.

En el contexto de este trabajo centrado en la acreditación de las pruebas que se realizan en el laboratorio GIT, la normativa relevante es la Norma ISO 17025-2017. Esta norma establece las directrices que deben seguir los laboratorios de pruebas y ensayos para

obtener la acreditación, asegurando así la competencia técnica y la calidad de los resultados obtenidos.

La Organización Internacional de Estandarización (ISO), fundada en 1947, desempeña un papel fundamental en el desarrollo de estándares internacionales para productos, materiales y procesos. Sus normas, conocidas como normas ISO, se basan en el principio de igualdad y buscan estandarizar prácticas a nivel mundial. La adopción de normas ISO permite establecer un marco internacional para la calidad y la gestión, promoviendo la interoperabilidad y la excelencia en los procesos.

6.1 Sistema de Gestión de Calidad (SGC)

El sistema de gestión de calidad (SGC) es un conjunto de procesos, políticas, procedimientos y recursos organizativos que una empresa o entidad ejecuta para asegurar que sus productos o servicios cumplan con los estándares de calidad esperados por sus clientes y las normativas aplicables.

En otras palabras, este sistema integra los “elementos (normas, procedimientos y estándares internacionales) necesarios para desarrollar la actividad principal de una organización bajo políticas y objetivos de calidad los cuales, interrelacionados entre sí, promueven el cumplimiento de los requisitos regulatorios de calidad en una organización”

Los sistemas de gestión de calidad se basan en estándares reconocidos internacionalmente, como la norma ISO 9001, que proporciona un marco de referencia para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de calidad. Algunos de los principios fundamentales de un SGC incluyen: enfoque hacia el cliente, liderazgo,

participación del personal, enfoque basado en procesos, mejora continua, toma de decisiones basadas en evidencias y gestión de las relaciones con los interesados. (ISO.ORG, 2015)

Citando a León et al. (2018) “la adopción de un sistema de gestión de la calidad (SGC) es una decisión estratégica para una organización que le puede ayudar a mejorar su desempeño global y proporcionar una base sólida para las iniciativas de desarrollo sostenible” (p.844); en efecto, acorde con Murrieta et al. (2020) el diseño y puesta en marcha del sistema del SGC aporta numerosos beneficios a las organizaciones, entre los que se destacan: aumentar la eficiencia, seguimiento y control de procesos, disminuir costes, establecer la dirección estratégica de la organización, atender las necesidades de los clientes y mejorar su satisfacción, difundir confianza dentro de la organización, acrecentar la cantidad de clientes y el nivel ventas, obtener reconocimiento y credibilidad, propiciar el desarrollo y el crecimiento, descubrir opciones de mejora, optimizar y estimular el clima organizacional, aminorar las sobrecargas de trabajo debido a la estandarización, menguar la burocracia; y generar ventajas competitivas con respecto a las demás organizaciones del sector

6.2 Tomografía Computarizada

La tomografía computarizada, también conocida como TC o TAC (Tomografía Axial Computarizada), es una técnica que utiliza rayos X y tecnología computarizada para crear imágenes detalladas. En otras palabras, según Espitia et al. (2016) “es una técnica de escaneo no invasivo ampliamente aplicada en sectores como la medicina, la industria y la geología; esta permite la reconstrucción tridimensional de la estructura interna de un objeto que es

iluminado con una fuente de rayos-X. Estas imágenes muestran cortes transversales o secciones transversales del área que se está analizando, lo que permite visualizar estructuras internas con gran detalle.

La tomografía computarizada (TC) también se aplica en la geología del petróleo, aunque en este contexto se utiliza principalmente para la caracterización de núcleos de roca, conocidos como muestras de núcleo; estas muestras se obtienen durante la perforación de pozos petroleros y proporcionan información crucial sobre las propiedades de las formaciones rocosas que contienen petróleo y gas.

La tomografía computarizada en la geología del petróleo se aplica en:

- **Análisis de núcleos de roca:** Las muestras de núcleo son escaneadas mediante tomografía computarizada para obtener imágenes detalladas de su estructura interna. Estas imágenes revelan características como la porosidad, la permeabilidad y la textura de la roca, que son fundamentales para comprender su capacidad para contener y producir hidrocarburos.
- **Optimización de la producción:** Al comprender mejor las propiedades de la roca y la distribución de los fluidos, los ingenieros de petróleos, pueden diseñar técnicas de perforación y completación de pozos más eficientes. La TC ayuda a identificar zonas de alta productividad y a optimizar la extracción de petróleo y gas de los yacimientos. (Pillado, 2016)
- **En lo que respecta al procedimiento de escaneo de rocas y adquisición de imágenes** la muestra se puede presentar en cualquier de las siguientes maneras: muestras

tamaño plug sin saturar, núcleos dentro de barril de aluminio, preservada en parafina y roca expuesta, se recorre toda la muestra a un nivel de energía alto, asegurando que se capture la totalidad de la roca y que cada corte realizado se encuentre acompañado por los cortes de los tres fantasmas.

- Procesamiento de la información y cálculo de las propiedades: Las imágenes que se obtienen del tomógrafo pueden presentar defectos, más precisamente, discrepancias sistemáticas entre la imagen reconstruida y los verdaderos coeficientes de atenuación (artefactos), los cuales deben corregirse antes del inicio de cualquier análisis
- Estimación de la porosidad absoluta: “Para el cálculo de la porosidad se usa un procedimiento similar al propuesto por Siddiqui y Khamees” (Ortiz et al., 2015, p. 61).

6.3 Norma NTC ISO/IEC 17025:2017

Es un estándar internacional que establece los requisitos generales para la competencia técnica de los laboratorios de ensayo y calibración. Esta norma proporciona un marco de referencia para la gestión de la calidad, la competencia técnica y la imparcialidad de los laboratorios, con el objetivo de garantizar la fiabilidad y la validez de los resultados de sus actividades de ensayo y calibración. Esta norma es aplicable a todos los laboratorios, independientemente del tamaño o la naturaleza de sus actividades, que realicen ensayos y/o calibraciones. (ICONTEC, 2017).

Algunos de los aspectos clave que aborda esta norma incluyen:

Requisitos de gestión de la calidad: La norma establece requisitos para el sistema de gestión de calidad del laboratorio, incluyendo políticas, procedimientos documentados, control de documentos, gestión de registros, gestión de recursos y mejora continua. (ICONTEC, 2017)

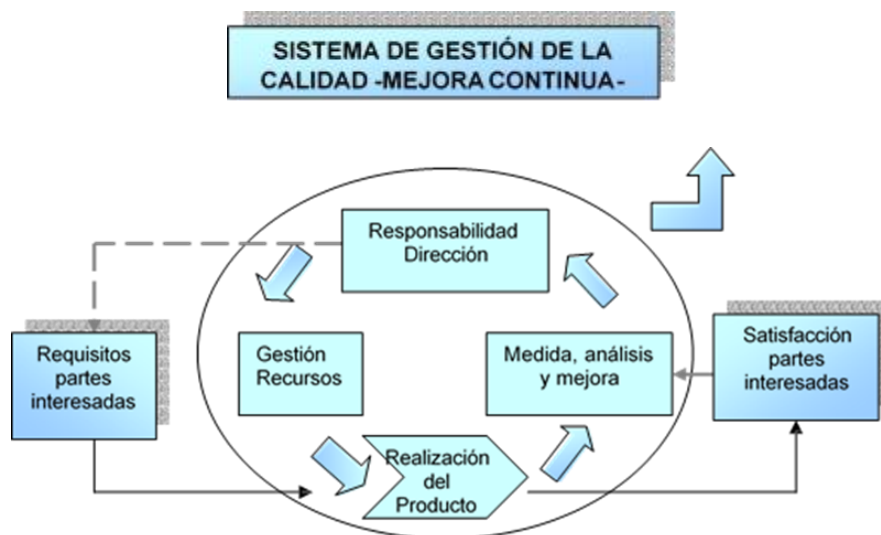
Requisitos técnicos: Define los requisitos técnicos para la competencia técnica del personal, la validación de métodos de ensayo y calibración, la trazabilidad de las mediciones, el mantenimiento de equipos de ensayo y calibración, y la manipulación de muestras. (ICONTEC, 2017)

Imparcialidad e integridad: Se requiere que los laboratorios sean imparciales y actúen de manera ética, evitando cualquier conflicto de intereses o influencia indebida que pueda afectar a la calidad o la validez de sus resultados. (ICONTEC, 2017)

Aseguramiento de la calidad: La norma establece la necesidad de implementar procedimientos de control de calidad internos para garantizar la precisión y la fiabilidad de los resultados de los ensayos y calibraciones. (ICONTEC, 2017)

La implementación de la norma NTC ISO/IEC 17025:2017 ayuda a los laboratorios a demostrar su competencia técnica y su capacidad para producir resultados válidos y confiables. Además, la certificación según esta norma es ampliamente reconocida a nivel internacional y puede mejorar la credibilidad y la reputación de un laboratorio ante sus clientes y partes interesadas. (ICONTEC, 2017)

La Mejora Continua en el Sistema de Gestión de Calidad, debe emprender acciones en toda la organización para incrementar la eficacia y la eficiencia de las actividades y los procesos que permitan suministrar beneficios tanto para la organización como para los clientes

Figura 3*Mejora Continua*

7. Marco de Referencia

7.1 Marco Contextual

En Colombia los laboratorios de ensayos se certifican bajo los requisitos de la norma NTC- ISO/IEC 17025, titulada “Requisitos generales de competencia de laboratorios de ensayo y calibración”, para ello existe el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC), que es una corporación sin ánimo de lucro, de naturaleza y participación mixta, constituida en 2007 que tiene como objeto principal acreditar la competencia técnica de Organismos de Evaluación de la Conformidad” (ONAC, 2016) sin tener un enfoque ambiental

7.2 Descripción del Sector

La Industria del Petróleo y el Gas sigue siendo una fuente esencial de energía y así continuará durante las próximas décadas. Los clientes en la industria del petróleo y gas se enfrentan cada día a nuevos desafíos para mantener la producción y a la vez, tienen que cumplir con estrictas obligaciones legales y gubernamentales para la protección ambiental, cada día más exigentes

7.3 Oportunidades y Amenazas

Amenazas, Son las dificultades que presenta el laboratorio para el cumplimiento de sus objetivos y metas.

- Desacuerdos entre las partes interesadas.
- Requisitos normativos poco favorables.
- Insumos, reactivos, materiales y equipos con alza de precios
- Deserción de personal capacitado
- Laboratorios acreditados de otras universidades
- Preferencia de clientes internos (estudiantes) externos (Industria) por los

laboratorios acreditados para las prácticas

Oportunidades, Son todas las posibilidades externas al laboratorio que permiten el logro exitoso de sus objetivos

- Poca competencia en el mercado
- Posibilidad de concretar negocios internacionales.
- Tendencias favorables

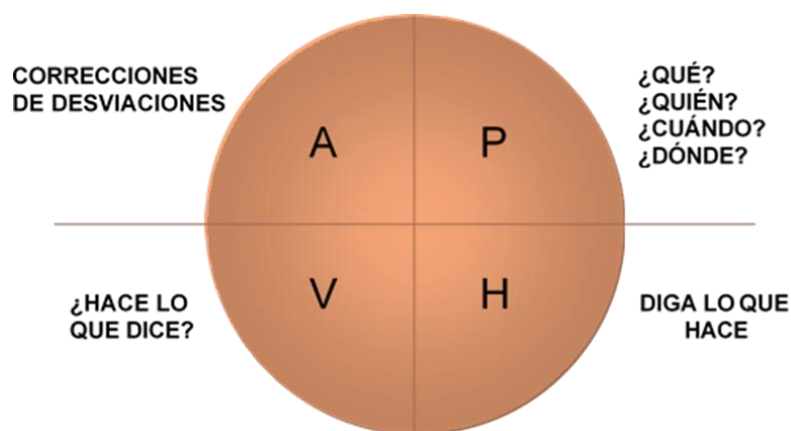
- Normas factibles
- Posibilidad de realizar prácticas de alta calidad
- Acreditación de laboratorio con base en la norma 17025:2017
- Aprovechar de manera eficiente cada uno de los recursos disponibles dentro del laboratorio
- Desarrollar aplicaciones de sistemas de información

8. Diagnóstico

La metodología empleada para revisar las diferentes fases del proyecto, se basó en la aplicación del Ciclo de Mejoramiento Continuo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar).

Figura 4

Ciclo PHVA para la Documentación



Como primer paso en este proceso, se realizó un diagnóstico para conocer la situación actual del Laboratorio en términos de Sistemas de Gestión de la Calidad, verificando que documentos existían y cuales se debían generar, mencionando algunos como, el Manual de

Funciones y Responsabilidades, Manual de Calidad y procedimientos administrativos y técnicos, Manual de procedimientos de equipos, algunos de ellos no estaban y otros redactados acordes como se hacían las actividades y no como lo exige la norma; de acuerdo a la directriz de la alta gerencia se optó por elaborar los documentos como versión 1,

Para este fin, se tomó la lista de registros o evidencias requeridos para la evaluación ISO/IEC 17025:2017 - Laboratorios de Ensayo y/o Muestreo, la cual proporcionó una base sólida para comprender la situación actual del laboratorio GIT, identificar los requisitos normativos y planificar las acciones necesarias para implementar y desarrollar el SGC. Esta labor fue realizada por la estudiante en práctica, bajo la supervisión y asesoramiento del Líder de Calidad y la Consultora que capacitó al personal en cuanto a los requisitos de la norma ISO/IEC 17025:2017

Este diagnóstico se enfoca en la revisión y análisis de los numerales 4 (Generales), 5 (Estructura) y 6 (Recursos hasta el numeral 6.4) de la ISO/IEC 17025:2017, que abarcan aspectos fundamentales en los requisitos de imparcialidad y confidencialidad, la estructura organizativa y los recursos, los cuales se hacen necesarios para el correcto funcionamiento del laboratorio

En cuanto a los requisitos 7 (requisitos del proceso), se abordaron los numerales 7.1 (Revisión de solicitudes, ofertas y contratos), y 7.9 (Quejas), esta implementación parcial, fue por políticas internas de confidencialidad y seguridad de la información, con el fin de salvaguardar los datos sensibles de terceros y la propiedad intelectual del laboratorio, el acceso a dicha información está restringido exclusivamente a personal autorizado y bajo acuerdos de no divulgación

Y el requisito 8.2 (Documentación del sistema de gestión) y 8.3 (Control de documentos del sistema de gestión,), por estar sujeto a la maduración del sistema de gestión y a la realización de ciclos de auditoría internas, la cuales no estaban incluidas dentro de los objetivos del proyecto.

El alcance de este trabajo no abarca la totalidad de los numerales de la NTC ISO/IEC 17025:2017, específicamente en lo que respecta a los numerales 7 (requisitos del proceso se excluyeron los numerales 7.1 y 7.9) decisión de políticas internas de confidencialidad y seguridad de la información, con el fin de salvaguardar los datos sensibles de terceros y la propiedad intelectual del laboratorio, el acceso a dicha información está restringido exclusivamente a personal autorizado y bajo acuerdos de no divulgación.

Figura 5

Lista de Registros Sistema de Gestión de Calidad norma ISO/IEC 17025:2017

LISTA DE REGISTROS O EVIDENCIAS REQUERIDOS PARA LA EVALUACIÓN ISO/IEC 17025:2017 - LABORATORIOS DE ENSAYO Y/O MUESTREO	
4. REQUISITOS GENERALES	
4.1 Imparcialidad	
4.1.1 Las actividades del laboratorio se deben llevar a cabo de una manera imparcial y estructurada, y se deben gestionar para salvaguardar la imparcialidad.	
4.1.2 La dirección del laboratorio debe estar comprometida con la imparcialidad.	
4.1.3 El laboratorio debe ser responsable de la imparcialidad de sus actividades de laboratorio y no debe permitir que ninguna presión comercial, financiera u otra comprometa la imparcialidad.	
4.1.4 El laboratorio debe identificar los riesgos a su imparcialidad de forma continua. Esto debe incluir aquellos riesgos que surgen de sus actividades o de sus relaciones, o de las relaciones de su personal. Sin embargo, estas relaciones no necesariamente presentan un riesgo para la imparcialidad del laboratorio.	
NOTA Una relación que pone en peligro la imparcialidad del laboratorio puede estar basada en la propiedad, gobernanza, gestión, personal, recursos compartidos, finanzas, contratos, marketing (incluido el desarrollo de marca) y el pago de comisiones sobre ventas u otro incentivo por captar nuevos clientes, etc.	
4.1.5 Si se identifica un riesgo para la imparcialidad, el laboratorio debe tener capacidad para demostrar cómo se elimina o minimiza tal riesgo.	
4.2 Confidencialidad	
4.2.1 El laboratorio debe ser responsable, por medio de acuerdos legalmente ejecutables, de la gestión de toda la información obtenida o creada durante la realización de actividades del laboratorio. El laboratorio debe informar al cliente, con antelación, acerca de la información que pretende poner al alcance del público. Excepto por la información que el cliente pone a disposición del público, o cuando lo acuerdan el laboratorio y el cliente (por ejemplo, con el propósito de responder a las quejas), cualquier otra información se considera información del propietario y se debe considerar confidencial.	
4.2.2 Cuando el laboratorio sea requerido por ley o autorizado por las disposiciones contractuales, para revelar información confidencial, se debe notificar al cliente o a la persona interesada la información proporcionada, salvo que esté prohibido por ley.	
4.2.3 La información acerca del cliente, obtenida de fuentes diferentes del cliente (por ejemplo, una persona que presenta una queja, los organismos reglamentarios) debe ser confidencial entre el cliente y el laboratorio. El proveedor (fuente) de esta información debe mantenerse como confidencial por parte del laboratorio y no debe compartirse con el cliente, a menos que se haya acordado con la fuente.	
4.2.4 El personal, incluido cualquier miembro de comité, contratista, personal de organismos externos o individuos que actúen en nombre del laboratorio debe mantener la confidencialidad de toda información obtenida o creada durante la realización de las actividades del laboratorio, excepto lo requerido por ley.	

5. REQUISITOS RELATIVOS A LA ESTRUCTURA	
5.1 El laboratorio debe ser una entidad legal o una parte definida de una entidad legal, que es responsable legalmente de sus actividades de laboratorio.	
NOTA Para el propósito de este documento, se considera que un laboratorio gubernamental es una entidad legal con base en su estatus gubernamental.	
5.2 El laboratorio debe identificar el personal de la dirección que tiene la responsabilidad general del laboratorio.	
5.3 El laboratorio debe definir y documentar el alcance de las actividades de laboratorio que cumplen con este documento. El laboratorio solo debe declarar conformidad con este documento para este alcance de las actividades de laboratorio, lo cual excluye las actividades de laboratorio que son suministradas externamente en forma continua.	
5.4 Las actividades de laboratorio se deben llevar a cabo de manera que cumplan los requisitos de este documento, de los clientes del laboratorio, de las autoridades reglamentarias y de las organizaciones que otorgan reconocimiento. Lo anterior debe incluir las actividades de laboratorio realizadas en todas sus instalaciones permanentes, en sitios fuera de sus instalaciones permanentes, en instalaciones temporales o móviles asociadas, o en las instalaciones del cliente.	
5.5.a) El laboratorio debe definir la organización y la estructura de gestión del laboratorio, su ubicación dentro de una organización matriz, y las relaciones entre la gestión, las operaciones técnicas y los servicios de apoyo;	
5.5.b) El laboratorio debe especificar la responsabilidad, autoridad e interrelación de todo el personal que dirige, realiza o verifica el trabajo que afecta a los resultados de las actividades de laboratorio;	
5.5.c) El laboratorio debe documentar sus procedimientos en la extensión necesaria para asegurar la aplicación coherente de sus actividades de laboratorio y la validez de los resultados.	
5.6 El laboratorio debe contar con personal que, independientemente de otras responsabilidades, tenga la autoridad y los recursos necesarios para llevar a cabo sus tareas, que incluyen:	
a) la implementación, el mantenimiento y la mejora del sistema de gestión	
b) la identificación de las desviaciones del sistema de gestión, o de los procedimientos para la realización de las actividades de laboratorio.	
c) el inicio de acciones para prevenir o minimizar tales desviaciones.	
d) informar a la dirección del laboratorio acerca del desempeño del sistema de gestión y de cualquier necesidad de mejora.	
e) asegurar la eficacia de las actividades del laboratorio.	
5.7.a) La dirección del laboratorio debe asegurar que se efectúa la comunicación relativa a la eficacia del sistema de gestión y a la importancia de cumplir los requisitos del cliente y otros requisitos.	
5.7.b) La dirección del laboratorio debe asegurar que se mantiene la integridad del sistema de gestión cuando se planifican e implementan cambios en éste.	

6.3 Instalaciones y condiciones ambientales 6.3.1. Las instalaciones y las condiciones ambientales deben ser adecuadas para las actividades del laboratorio y no deben afectar adversamente a la validez de los resultados. NOTA Las influencias que pueden afectar adversamente a la validez de los resultados, pueden incluir pero no limitarse a, contaminación microbiana, polvo, perturbaciones electromagnéticas, radiación, humedad, suministro eléctrico, temperatura, sonido y vibración. 6.3.2. Se deben documentar los requisitos para las instalaciones y las condiciones ambientales necesarias para realizar las actividades de laboratorio. 6.3.3. El laboratorio debe realizar el seguimiento, controlar y registrar las condiciones ambientales de acuerdo con las especificaciones, los métodos o procedimientos pertinentes, o cuando influyen en la validez de los resultados. 6.3.4. Se deben implementar, realizar el seguimiento de y revisar periódicamente las medidas para controlar las instalaciones y deben incluir, pero no limitarse a, lo siguiente: a) acceso y uso de áreas que afecten a las actividades de laboratorio; b) prevención de contaminación, interferencia o influencias adversas en las actividades de laboratorio; c) separación eficaz entre áreas en las cuales hay actividades de laboratorio incompatibles. 6.3.5. Cuando el laboratorio realiza actividades de laboratorio en sitios o instalaciones que están fuera de su control permanente, debe asegurarse de que se cumplan los requisitos relacionados con las instalaciones y condiciones ambientales de este documento.	6.4. Equipamiento 6.4.1. El laboratorio debe tener acceso al equipamiento (incluidos pero sin limitarse a, instrumentos de medición, software, patrones de medición, materiales de referencia, datos de referencia reactivos, consumibles o aparatos auxiliares) que se requiere para el correcto desempeño de las actividades de laboratorio y que pueden influir en los resultados. NOTA 1. Existen muchos nombres para designar los materiales de referencia y los materiales de referencia certificados, incluyendo patrones de referencia, patrones de calibración, materiales de referencia patrón y materiales de control de calidad. La Norma ISO 17034 contiene información adicional sobre productores de materiales de referencia (PMR). Los PMR que cumplen con la norma ISO 17034 se consideran competentes. Los materiales de referencia de PMR que cumplen con los requisitos de la ISO 17034 se proporcionan con una hoja de información o certificado de producto que que especifica, entre otras características, la homogeneidad y estabilidad de las propiedades especificadas, y para los materiales de referencia certificados, las propiedades especificadas con los valores certificados, su incertidumbre de medición y la trazabilidad metrológica asociadas. NOTA 2. La Guía ISO 33 proporciona orientación para la selección y uso de materiales de referencia. La Guía ISO 80 proporciona orientación para la preparación interna de materiales de referencia usados para el control de la calidad. 6.4.2. Cuando el laboratorio utiliza equipamiento que está por fuera de su control permanente, debe asegurarse de que se cumplan los requisitos de este documento para el equipamiento. 6.4.3. El laboratorio debe contar con un procedimiento para la manipulación, transporte, almacenamiento, uso y mantenimiento planificado del equipamiento para asegurar el funcionamiento apropiado y con el fin de evitar contaminación o deterioro. 6.4.4. El laboratorio debe verificar que el equipamiento cumple los requisitos especificados, antes de ser instalado o reinstalado para su servicio. 6.4.5. El equipo utilizado para medición debe ser capaz de lograr la exactitud de la medición y/o la incertidumbre de medición requeridas para proponer un resultado válido. 6.4.6. El equipo de medición debe ser calibrado cuando: - la incertidumbre o la incertidumbre de medición afectan a la validez de los resultados informados, y/o - la calibración del equipo para establecer la trazabilidad metrológica de los resultados informados. NOTA Los tipos de equipos que tienen efecto sobre la validez de los resultados informados pueden incluir aquellos utilizados para: - la medición directa del mensurando, por ejemplo, el uso de una balanza para llevar a cabo una medición de masa; - la realización de correcciones al valor medido, por ejemplo, las mediciones de temperatura; - la obtención de un resultado de medición calculado a partir de magnitudes múltiples. 6.4.7. El laboratorio debe establecer un programa de calibración, el cual se debe revisar y ajustar según sea necesario, para mantener la confianza en el estado de la calibración. 6.4.8. Todos los equipos que requieran calibración o que tengan un periodo de validez definido se deben etiquetar, codificar o identificar de otra manera para permitir que el usuario de los equipos identifique fácilmente el estado de la calibración o el periodo de validez. 6.4.9. El equipo que haya sido sometido a una sobrecarga o a uso inadecuado, que dé resultados cuestionables, o se haya demostrado que está defectuoso o que está fuera de los requisitos de funcionamiento, debe ser puesto fuera de servicio. Éste se debe etiquetar para evitar su uso o se debe rotular o marcar claramente que está fuera de servicio hasta que se haya verificado que funciona correctamente. El laboratorio debe examinar el efecto del defecto o de la desviación respecto a los requisitos especificados, y debe iniciar la gestión del procedimiento de trabajo no conforme (véase 7.10). 6.4.10. Cuando sean necesarias comprobaciones intermedias para mantener confianza en el desempeño del equipo, estas comprobaciones se deben llevar a cabo de acuerdo con el procedimiento. 6.4.11. Cuando los datos de calibración y de los materiales de referencia incluyen valores de referencia o factores de corrección, el laboratorio debe asegurar que los valores de referencia y los factores de corrección se actualizan e implementan, según sea apropiado, para cumplir con los requisitos especificados. 6.4.12. El laboratorio debe tomar acciones viables para evitar ajustes no previstos del equipo que invalidarían los resultados. 6.4.13. Se deben conservar registros de los equipos que pueden influir en las actividades del laboratorio. Los registros deben incluir, al menos, lo siguiente: a) la identificación del equipo, incluida la versión del software y del firmware; b) el nombre del fabricante, la identificación del tipo y el número de serie u otra identificación única; c) la evidencia de la verificación de que el equipo cumple los requisitos especificados; d) la ubicación actual; e) las fechas de la calibración, los resultados de las calibraciones, los ajustes, los criterios de aceptación y la fecha de la próxima calibración o el intervalo de calibración; f) la documentación de los materiales de referencia, los resultados, los criterios de aceptación, las fechas pertinentes y el periodo de validez; g) el plan de mantenimiento y el mantenimiento llevado a cabo hasta la fecha, cuando sea pertinente para el desempeño del equipo; h) los detalles de cualquier daño, mal funcionamiento, modificación o reparación realizada al equipo.
7. REQUISITOS DEL PROCESO 7.1 Revisión de solicitudes, ofertas y contratos 7.1.1 El laboratorio debe contar con un procedimiento para la revisión de solicitudes, ofertas y contratos. El procedimiento debe asegurar que: a) los requisitos se definan, documenten y comprendan adecuadamente; b) el laboratorio cuenta con la capacidad y los recursos para cumplir los requisitos; c) Cuando se utilizan proveedores externos, se aplican los requisitos del apartado 6.6 y el laboratorio informe al cliente sobre las actividades de laboratorio específicas que serán realizadas por proveedores externos y obtenga la aprobación del cliente; NOTA 1. Se reconoce que las actividades de laboratorio suministradas externamente pueden suceder cuando: - el laboratorio tiene los recursos y la competencia para llevar a cabo las actividades, sin embargo, por razones imprevistas no tiene la capacidad de llevarlas a cabo en parte o totalmente; - el laboratorio no tiene los recursos o la competencia para llevar a cabo las actividades d) se seleccionan los métodos o procedimientos adecuados y que sean capaces de cumplir los requisitos del cliente. NOTA 2: Para clientes internos o rutinarios, las revisiones de las solicitudes, ofertas y contratos se pueden llevar a cabo de una manera simplificada.	7.9 Quejas 7.9.1 El laboratorio debe contar con un proceso documentado para recibir, evaluar y tomar decisiones acerca de las quejas. 7.9.2 Debe estar disponible una descripción del proceso de tratamiento de quejas para cuando lo solicite cualquier parte interesada. Al recibir la queja, el laboratorio debe confirmar si dicha queja se relaciona con las actividades de laboratorio de las que es responsable, y en caso afirmativo, tratarlas. El laboratorio debe ser responsable de todas las decisiones a todos los niveles del proceso de tratamiento de quejas. 7.9.3 El proceso de tratamiento de quejas debe incluir, al menos, los elementos y métodos siguientes: a) una descripción del proceso de recepción, validación, investigación de la queja y decisión sobre las acciones a tomar para darles respuesta; b) el seguimiento y registro de las quejas, incluyendo las acciones tomadas para resolverlas; c) asegurarse de que se toman las acciones apropiadas. 7.9.4 El laboratorio que recibe la queja debe ser responsable de recopilar y verificar toda la información necesaria para validar la queja. 7.9.5 Siempre que sea posible, el laboratorio debe acusar recibo de la queja y debe facilitar a quien presenta la queja, los informes de progreso y del resultado del tratamiento de la queja. 7.9.6 Los resultados que se comuniquen a quien presenta la queja deben realizarse por, o revisarse y aprobarse por, personas no involucradas en las actividades de laboratorio que originaron la queja. 7.9.7 Siempre que sea posible, el laboratorio debe notificar formalmente a quien presenta la queja, el cierre del tratamiento de la queja.

8 REQUISITOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN
8.2 Documentación del sistema de gestión
8.2.1 La dirección del laboratorio debe establecer, documentar y mantener políticas y objetivos para el cumplimiento del propósito de este documento y debe asegurarse de que las políticas y objetivos se entienden e implementen en todos los niveles de la organización del laboratorio.
8.2.2 Las políticas y objetivos deben abordar la competencia, la imparcialidad y la operación coherente del laboratorio.
8.2.3 La dirección del laboratorio debe suministrar evidencia de compromiso con el desarrollo y la implementación del sistema de gestión y con mejorar continuamente su eficacia.
8.2.4 Toda la documentación, procesos, sistemas, registros, relacionados con el cumplimiento de los requisitos de este documento se debe incluir, referenciar o vincular al sistema de gestión.
8.2.5 Todo el personal involucrado en actividades de laboratorio debe tener acceso a las partes de la documentación del sistema de gestión y a la información relacionada que sea aplicable a sus responsabilidades.

8.1 Requisitos generales del sistema

Este numeral establece los requisitos generales que deben cumplir los laboratorios acreditados según ISO 17025:2017, los numerales 4, 4.1. y 4.2 hacen referencia a la imparcialidad y confidencialidad que debe tener cada empleado con el laboratorio y los clientes, el propósito es identificar áreas de mejora y asegurar que el laboratorio no solo cumpla con los estándares internacionales, sino que también mantenga una dinámica de mejora continua, competencia técnica y eficacia en su sistema de gestión

Tabla 2*Lista de Registros Numerales 4, 4.1. y 4.2*

Lista de Registros NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-ISO/IEC 17025	Estado actual del Laboratorio en cuanto al cumplimiento del Requisito	Cumple	Cumple parcialmente	No cumple	Aporte Estudiante en Práctica Empresarial
4. REQUISITOS GENERALES					
4.1 Imparcialidad					
4.1.1 Las actividades del laboratorio se deben llevar a cabo de una manera imparcial y estructurada, y se deben gestionar para salvaguardar la imparcialidad	El laboratorio no cuenta con una estructura organizativa, ni con mecanismos que minimice los conflictos de interés.			X	Apoyar la implementación de mecanismos para identificar los conflictos de interés como: - Elaborar documento de NO conflicto de interés para el personal, colaboradores y clientes (acuerdo de confidencialidad) - Identificar los posibles conflictos de interés y Asegurar que estos controles se den dentro del Laboratorio y no vayan a afectar la imparcialidad
4.1.2 La dirección del laboratorio debe estar comprometida con la imparcialidad.	El laboratorio no cuenta con una política documentada de imparcialidad, firmada por la alta dirección, que establezca el compromiso del laboratorio con la objetividad y la neutralidad en todas sus actividades.			X	- Informar a la alta gerencia, que debe revisar si están cumpliendo las políticas de imparcialidad y si los controles implementados son eficaces - Elaborar la política de calidad (compromiso de una organización con la mejora de sus procesos, la satisfacción del cliente y el cumplimiento de las normativas)
4.1.3 El laboratorio debe ser responsable de la imparcialidad de sus actividades de laboratorio y no debe permitir que ninguna presión comercial, financiera u otra comprometa la imparcialidad.	El laboratorio no tiene identificado los riesgos que podrían afectar la imparcialidad			X	Apoyar a la alta gerencia en identificar los aspectos que podrían afectar la imparcialidad, como: - Intereses financieros - Conflictos de interés del personal. - Presiones del cliente - Tomar acciones para eliminarlos o minimizarlos.
4.1.4 El laboratorio debe identificar los riesgos a su imparcialidad de forma continua. Esto debe incluir aquellos riesgos que surgen de sus actividades o de sus relaciones, o de las relaciones de su personal. Sin embargo, estas relaciones no necesariamente presentan un riesgo para la imparcialidad del laboratorio.	El laboratorio tiene identificados algunos riesgos, pero no están documentados		X		Identificar las amenazas que puedan comprometer la imparcialidad como: - Actividades del laboratorio (pruebas que se lleven a cabo por el personal idóneo) - Relaciones del personal: Vínculos familiares o de amistad entre los técnicos y los clientes - Documentarlas y socializarla ante la organización - Realizar el registro de los riesgos (matriz de riesgos). - Declaraciones de conflicto de interés firmadas.
4.1.5 Si se identifica un riesgo para la imparcialidad, el laboratorio debe tener capacidad para demostrar cómo se elimina o minimiza tal riesgo.	El laboratorio no cuenta con Registros ni Procedimientos implementados.			X	Realizar el levantamiento de información y documentar el riesgo mediante entrevistas al personal tanto técnico como administrativo sobre posibles situaciones o relaciones que pudieran comprometer la imparcialidad

Lista de Registros NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-ISO/IEC 17025	Estado actual del Laboratorio en cuanto al cumplimiento del Requisito	Cumple	Cumple parcialmente	No cumple	Aporte Estudiante en Práctica Empresarial
4.2 Confidencialidad					
4.2.1 El laboratorio debe ser responsable, por medio de acuerdos legalmente ejecutables, de la gestión de toda la información obtenida o creada durante la realización de actividades del laboratorio. El laboratorio debe informar al cliente, con antelación, acerca de la información que pretende poner al alcance del público. Excepto por la información que el cliente pone a disposición del público, o cuando lo acuerdan el laboratorio y el cliente (por ejemplo, con el propósito de responder a las quejas), cualquier otra información se considera información del propietario y se debe considerar confidencial.	El laboratorio no cuenta con mecanismos claros, documentados y legalmente ejecutables para garantizar la gestión adecuada de la información obtenida o generada durante sus actividades en cuanto a la confidencialidad y divulgación de la información.		X		Faltan registros que demuestre el cumplimiento del requisito - El laboratorio firma acuerdos de confidencialidad por parte del personal interno más no externo, revisar quienes hacen parte del proceso para gestionar las firmas de los respectivos acuerdos. - No Incluye cláusulas de privacidad en las cotizaciones y contratos de servicio, se solicita a la parte administrativa incluir las cláusulas en las condiciones del contrato. - No se evidencia procedimientos documentados, apoyar en la elaboración e implementación de los documentos - Si cuentan con registros en bitácoras de ingreso de las muestras, revisar, organizar las bitácoras.
4.2.2 Cuando el laboratorio sea requerido por ley o autorizado por las disposiciones contractuales, para revelar información confidencial, se debe notificar al cliente o a la persona interesada la información proporcionada, salvo que esté prohibido por ley.	El laboratorio no tiene definido un documento donde se evidencie la existencia de directrices y elementos que garanticen la confidencialidad de la información al interior y exterior del laboratorio			X	- Solicitar a la alta dirección la creación de correos institucionales por áreas ejemplo (git7@com.co, git8@.com.co) ¿Implementar mecanismos que determinen qué?, cómo?, ¿cuándo?, ¿dónde?, ¿quién comunica los resultados? y el tiempo estipulado.
4.2.3 La información acerca del cliente, obtenida de fuentes diferentes del cliente (por ejemplo, una persona que presenta una queja, los organismos reglamentarios) debe ser confidencial entre el cliente y el laboratorio. El proveedor (fuente) de esta información debe mantenerse como confidencial por parte del laboratorio y no debe compartirse con el cliente, a menos que se haya acordado con la fuente.	El laboratorio no cuenta con medidas específicas para garantizar la confidencialidad de la información obtenida del cliente			X	- Apoyar en documentar procedimientos donde se indique expresamente que la información recibida de terceros (quejas, organismos regulatorios, etc.) es confidencial. - Almacenar y asegurar la información obtenida - Conservar evidencia documental de la recepción, manejo y resguardo de la información, correos, medios físicos.
4.2.4 El personal, incluido cualquier miembro de comité, contratista, personal de organismos externos o individuos que actúen en nombre del laboratorio debe mantener la confidencialidad de toda información obtenida o creada durante la realización de las actividades del laboratorio, excepto lo requerido por ley.	El laboratorio no ha implementado un compromiso de confidencialidad al personal que hace parte de las actividades técnicas del laboratorio			X	- Se deben implementar mecanismos legales de control para demostrar que la información está protegida, identificar el personal que hace parte de las actividades técnicas, miembros de comité, contratista, personal de organismos externos o individuos que actúen en nombre del laboratorio y con el fin de salvaguardar la confidencialidad, se deben firmar acuerdos de confidencialidad, o incluir cláusulas de protección de datos. - Elaborar los acuerdos de confidencialidad de acuerdo con los contratos que se encuentren en ejecución

8.2 Requisitos relativos a la estructura

Este numeral se refiere a la organización del laboratorio y a la relación con sus clientes. En este contexto, se establece que el laboratorio cuenta con una estructura administrativa claramente definida, lo cual es fundamental para su funcionamiento eficiente, por ende, las actividades del laboratorio están respaldadas por procedimientos detallados que aseguran la coherencia y la precisión en su ejecución

La estructura administrativa del laboratorio soporta un alcance técnico especializado en tomografía computarizada, desde la adquisición de imágenes mediante la configuración precisa de parámetros de energía según la densidad del material, hasta la reconstrucción tomográfica basada en algoritmos matemáticos avanzados, con el fin de garantizar la preservación total de la muestra,

El laboratorio de tomografía computarizada del grupo de investigación (GIT) es un referente en la caracterización avanzada de materiales. Su enfoque principal es la aplicación de técnicas no destructivas para ver el interior de objetos sólidos, permitiendo análisis detallados sin alterar la integridad de la muestra. El alcance del GIT se centra en la micro-tomografía computarizada de rayos X.

Actividades principales

- Adquisición de Imágenes (Escaneo) Configuración de parámetros de energía (voltaje y corriente) según la densidad del material, preservación total de la muestra original
- Reconstrucción Tomográfica Mediante algoritmos matemáticos
- Análisis de Porosidad, mapa 3D

- Modelado Numérico, procesamiento y Segmentación de Datos

Tabla 3

Lista de Registros Numerales 4, 4.1. y 4.2

Lista de Registros NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-ISO/IEC 17025	Estado actual del Laboratorio en cuanto al cumplimiento del Requisito	Cumple	Cumple Parcialmente	No cumple	Aporte Estudiante en Práctica Empresarial
5. REQUISITOS RELATIVOS A LA ESTRUCTURA					
5.1 El laboratorio debe ser una entidad legal o una parte definida de una entidad legal, que es responsable legalmente de sus actividades de laboratorio.	El Laboratorio se creó bajo el Grupo de Investigación de Tomografía Computarizada GIT		X		Recopilar la información de la creación del Grupo y Laboratorio Resolución 1022 de 2021, Certificado MEN Resolución 0857-2021, mediante documentos legales expedidos por la universidad, resoluciones, acuerdos
5.2 El laboratorio debe identificar el personal de la dirección que tiene la responsabilidad general del laboratorio.	El laboratorio no tiene definido el organigrama, ni el manual de funciones, ni mapa de procesos			X	- Elaborar bajo la revisión del equipo de trabajo experimentado el organigrama, donde se describa el cargo y aprobado mediante acta del comité de calidad - Actualizar la información según cambios en la dirección o en la responsabilidad del laboratorio.
5.3 El laboratorio debe definir y documentar el alcance de las actividades de laboratorio que cumplen con este documento. El laboratorio solo debe declarar conformidad con este documento para este alcance de las actividades de laboratorio, lo cual excluye las actividades de laboratorio que son suministradas externamente en forma continua.	El laboratorio tiene identificadas las actividades y servicios que realiza internamente, como análisis, pruebas, pero los registros no están definidos como lo establece la norma ISO/IEC 17025			X	- Colaborar en el levantamiento de información sobre las actividades que realiza el laboratorio. - Ayudar a recolectar datos sobre qué pruebas o análisis se hacen internamente y cuáles se delegan a terceros. Definir el alcance del laboratorio para el cual es competente - Participar en la organización de la documentación que define el alcance de las actividades del laboratorio. - Ayudar a mantener registros claros y actualizados sobre qué actividades están dentro del alcance declarado y cuáles no. - Identificar los procesos subcontratados, con el fin de declarar el cumplimiento de la norma y que no están dentro del alcance
5.4 Las actividades de laboratorio se deben llevar a cabo de manera que cumplan los requisitos de este documento, de los clientes del laboratorio, de las autoridades reglamentarias y de las organizaciones que otorgan reconocimiento. Lo anterior debe incluir las actividades de laboratorio realizadas en todas sus instalaciones permanentes, en sitios fuera de sus instalaciones permanentes, en instalaciones temporales o móviles asociadas, o en las instalaciones del cliente.	El laboratorio realiza las pruebas de acuerdo a los requisitos del cliente de acuerdo a las solicitudes presentadas o cotizaciones, pero no están definidos como lo establece la norma ISO/IEC 17025		X		Verificar que las cotizaciones presentadas por los clientes que se cumplan, ya que deben traer la información necesaria para realizar el servicio, información como, tiempo de entrega, especificación del servicio a realizar, que el resultado debe ser de carácter confidencial, costo de la prueba, esto con el fin de cumplir con la norma.

5.5.a) El laboratorio debe definir la organización y la estructura de gestión del laboratorio, su ubicación dentro de una organización matriz, y las relaciones entre la gestión, las operaciones técnicas y los servicios de apoyo	El laboratorio no tiene definida formalmente su organización y estructura de gestión			X	Realizar actividades que contribuyan al desarrollo, documentación y mejora de la organización y estructura de gestión del laboratorio tales como: - Diseñar el organigrama del laboratorio, asegurando las responsabilidades de la dirección, las operaciones técnicas (laboratorio) y área administrativa (compras, mantenimiento, RH). - Apoyar en la elaboración del manual de funciones - Coordinar las reuniones para informe al personal sobre la eficacia del sistema de acuerdo al avance del mismo - elaborar las actas de reuniones de acuerdo a las decisiones y autorizaciones del proceso.
5.5.b) El laboratorio debe especificar la responsabilidad, autoridad e interrelación de todo el personal que dirige, realiza o verifica el trabajo que afecta a los resultados de las actividades de laboratorio	El laboratorio no cuenta con registros que especifiquen la responsabilidad del personal que realiza las actividades			X	- Revisar, recopilar y elaborar los documentos relacionados con Perfil de cargos - Manual de funciones del laboratorio - Responsabilidades líderes - Estructura del laboratorio - Documentar los procedimientos de acuerdo al alcance del laboratorio Registros como: comunicaciones internas cuando se delegan actividades, documentos internos para solicitar servicios entre intralaboratorios e informes de los ensayos
5.5.c) El laboratorio debe documentar sus procedimientos en la extensión necesaria para asegurar la aplicación coherente de sus actividades de laboratorio y la validez de los resultados.	el laboratorio cuenta con el personal idóneo para el cumplimiento de la norma		X		Por temas de confidencialidad por parte del laboratorio la estudiante en práctica no hizo parte de este proceso
5.6 El laboratorio debe contar con personal que, independientemente de otras responsabilidades, tenga la autoridad y los recursos necesarios para llevar a cabo sus tareas, que incluyen: a) La implementación, el mantenimiento y la mejora del sistema de gestión b) La identificación de las desviaciones del sistema de gestión, o de los procedimientos para la realización de las actividades de laboratorio. c) El inicio de acciones para prevenir o minimizar tales desviaciones. d) Informar a la dirección del laboratorio acerca del desempeño del sistema de gestión y de cualquier necesidad de mejora. e) Asegurar la eficacia de las actividades del laboratorio.	El laboratorio no cuenta con registros del cumplimiento del requisito			X	- Verificar las actividades del personal, para indicar a la dirección las tareas como aseguramiento de la calidad, validación de métodos, control de equipos). - Documentar estas competencias - Definir funciones, autoridad y responsabilidades, para que desde la dirección del laboratorio designen responsabilidades
5.7.a) La dirección del Laboratorio debe asegurar que se efectúa la comunicación relativa a la eficacia del sistema de gestión y a la importancia de cumplir los requisitos del cliente y otros requisitos.	La dirección del laboratorio no tiene implementado un sistema para cumplir con el requisito			X	- Apoyar en tareas que faciliten la comunicación interna sobre la eficacia del sistema - Definir quién, cómo, dónde, cuándo se comunica - Implementar medios de comunicación como boletines internos, pizarras informativas, correos o presentaciones sobre el sistema de gestión. - Elaborar actas de reuniones donde se trate la eficacia del sistema y los requisitos del cliente.
5.7.b) La dirección del laboratorio debe asegurar que se mantiene la integridad del sistema de gestión cuando se planifican e implementan cambios en éste.	La dirección no tiene un procedimiento documentado que defina cómo se planifican, evalúan,			X	- Ayudar a diligenciar las matrices con los reportes cuando se presente cambios ya sea el líder o el coordinador - Identificar riesgos y oportunidades derivadas del cambio - Modificar manuales, procedimientos o instructivos afectados por el cambio

8.3 Requisitos relativos a los recursos

De acuerdo con la norma ISO 17025 los requerimientos de recursos hacen referencia al personal, instalaciones, equipos, sistemas de apoyo y servicios externos necesarios para llevar a cabo sus actividades con competencia técnica y conforme a los requisitos

Tabla 4

Lista de Registros Numeral 6 (6.1 – 6.2.6)

Lista de Registros NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC- ISO/IEC 17025	Estado actual del Laboratorio en cuanto al cumplimiento del Requisito	Cumple	Cumple Parcialmente	No cumple	Aporte Estudiante en Práctica Empresarial
6. REQUISITOS RELATIVOS A LOS RECURSOS					
6.1 Generalidades El laboratorio debe tener disponibles el personal, las instalaciones, el equipamiento, los sistemas y los servicios de apoyo necesarios para gestionar y realizar sus actividades de laboratorio.					
6.2 Personal					
6.2.1 Todo el personal del laboratorio, ya sea interno o externo, que puede influir en las actividades de laboratorio debe actuar imparcialmente, ser competente y trabajar de acuerdo con el sistema de gestión del laboratorio.	El laboratorio no tiene implementadas acciones estratégicas para el cumplimiento del requisito			X	- El estudiante debe recibir la misma capacitación que el personal del laboratorio y así aplicar correctamente los procedimientos del laboratorio. – participar en las capacitaciones - Apoyar en la logística para las inducciones, capacitaciones y reuniones de calidad, para mantener la alineación con la norma ISO 17025.
6.2.2 El Laboratorio debe documentar los requisitos de competencia para cada función que influye en los resultados de las actividades del laboratorio, incluidos los requisitos de educación, calificación, formación, conocimiento técnico, habilidades y experiencia.	El Laboratorio no cuenta con los documentos para cumplir con el requisito			X	Apoyar en la elaboración del manual de funciones
6.2.3 El laboratorio debe asegurarse de que el personal tiene la competencia para realizar las actividades de laboratorio de las cuales es responsable y para evaluar la importancia de las desviaciones.	El laboratorio selecciona el personal de acuerdo a la norma, pero no cuenta con los registros de forma organizada			X	- Recopilar los registros para validar el cumplimiento del procedimiento, hojas de vida, certificados, experiencia - Identificar desviaciones evidentes en procedimientos, condiciones ambientales que no cumplan o resultados anómalos y comunicarlos a la alta dirección para la mejora del sistema - Documentar la trazabilidad de las actividades realizadas y la confiabilidad de los resultados
6.2.4 La dirección del laboratorio debe comunicar al personal sus tareas, responsabilidades y autoridad.	El laboratorio cuenta con registros de documentos donde informa a los empleados su rol, pero no está registrado en un sistema de gestión		X		- Elaborar un documento de inducción para nuevos integrantes, indicando las funciones y responsabilidades por cargo. - Las responsabilidades específicas en relación con el sistema de gestión de calidad - Actualización del organigrama del laboratorio. - Diseñar con aval de la dirección un formato de comunicación interna en el que se puedan notificar oficialmente cambios de responsabilidades, tareas asignadas o modificaciones en la autoridad del personal.

6.2.5 El laboratorio debe tener procedimientos y conservar registros para: a) determinar los requisitos de competencia; b) seleccionar al personal; c) formar al personal; d) supervisar al personal; e) autorizar al personal; f) realizar el seguimiento de la competencia del personal.	El laboratorio no cuenta con procedimientos para cumplir con el requisito			X	• Apoyo en revisión de procedimientos relacionados con la inducción, entrenamiento y evaluación de competencias del personal técnico. • Proponer mejoras en los formatos de registro para facilitar su comprensión y trazabilidad de acuerdo a lo aprendido hasta la fecha • Digitalizar y organizar los registros de la capacitación, entrenamientos internos y evaluaciones de desempeño del personal. • Hacer una base de datos en Excel para el seguimiento de la formación continua del equipo técnico.
6.2.6 El laboratorio debe autorizar al personal para llevar a cabo actividades de laboratorio específicas, incluidas, pero no limitadas a las siguientes: a) desarrollar, modificar, verificar y validar métodos b) analizar los resultados, incluidas las declaraciones de conformidad o las opiniones e interpretaciones c) informar, revisar y autorizar los resultados	El laboratorio no cuenta con procesos para cumplir con el requisito			X	• Apoyar en la elaboración de un procedimiento que defina cómo se autoriza al personal para realizar actividades específicas, donde se incluya se evaluó la competencia por parte de la alta gerencia

8.4 Instalaciones y condiciones ambientales

Las instalaciones deben ser adecuadas para las actividades del laboratorio y no deben afectar la validez de los resultados, se deben controlar y monitorear las condiciones ambientales (como temperatura, humedad, vibraciones, etc.) cuando tengan influencia sobre los resultados, se deben implementar medidas para asegurar la seguridad y confidencialidad de las actividades

Tabla 5

Lista de Registros Numeral 6 (6.3 – 6.3.5)

Lista de Registros NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC- ISO/IEC 17025	Estado actual del Laboratorio en cuanto al cumplimiento del Requisito	Cumple	Cumple Parcialmente	No cumple	Aporte Estudiante en Práctica Empresarial
6. 3 INSTALACIONES Y CONDICIONES AMBIENTALES					
6.3.1 2 Personal					
6.3.1. Las instalaciones y las condiciones ambientales deben ser adecuadas para las actividades del laboratorio y no deben afectar adversamente a la validez de los resultados.	El laboratorio cuenta con instalaciones óptimas para llevar a cabo sus actividades, se debe aplicar el formato con el que el laboratorio cuenta diariamente		X		• Elaborar un formato de lista de chequeo donde se evidencian los controles de acceso al laboratorio • Registros de monitoreo de condiciones ambientales • Realizar el registro diario o periódico de las condiciones ambientales de acuerdo a la información del profesional del laboratorio • Informar a la alta dirección las posibles desviaciones Identificadas por el personal a cargo • Elaborar un documento donde indique las fechas de revisión y calibración o mantenimiento de instrumentos del laboratorio
6.3.2. Se deben documentar los requisitos para las instalaciones y las condiciones ambientales necesarias para realizar las actividades de laboratorio	el laboratorio no cuenta con las condiciones para cumplir con el requisito, tiene las instalaciones delimitadas, pero no señalizadas			X	• Identificar las actividades del laboratorio • Coordinar la señalización para las zonas separadas para diferentes procesos (preparación de muestras, insumos)

6.3.3. El laboratorio debe realizar el seguimiento, controlar y registrar las condiciones ambientales de acuerdo con las especificaciones, los métodos o procedimientos pertinentes, o cuando influyen en la validez de los resultados.	El laboratorio cuenta con instalaciones óptimas para llevar a cabo sus actividades y aplica los registros de acuerdo a la norma		X		• Apoyo e la organización de los documentos de registro de temperatura, humedad, vibraciones, flujo de aire, iluminación o interferencia electromagnética • Los métodos de ensayo los realizan de acuerdo con las normas (ASTM, ISO) • Revisar las fechas de calibración de los instrumentos de medición • Revisar y solicitar el mantenimiento del aire acondicionado • Organizar las Bitácoras y revisar que tengas insumos suficientes • Revisar que los registros estén bien diligenciados (fecha, hora, firma)
6.3.4. Se deben implementar, realizar el seguimiento y revisar periódicamente las medidas para controlar las instalaciones y deben incluir, pero no limitarse a, lo siguiente: a) acceso y uso de áreas que afecten a las actividades de laboratorio b) prevención de contaminación, interferencia o influencias adversas en las actividades de laboratorio c) separación eficaz entre áreas en las cuales hay actividades de laboratorio incompatibles	El laboratorio no cuenta con señalización para el control de acceso a las instalaciones			X	• Junto con el equipo idóneo, se debe implementar, monitorear y revisar un conjunto de medidas específicas para asegurar que las condiciones del entorno no afecten la validez de los resultados • Se deben establecer procedimientos, instructivos o registros de las medidas de control para el acceso al laboratorio. • Gestionar la compra de señalización • Apoyo en la elaboración de protocolos de acceso • Apoyo en la elaboración de un instructivo para monitorear y revisar regularmente las instalaciones • Gestionar la logística para capacitar al personal y realizar una evaluación para asegurar que el personal entienda y aplique las medidas correctamente.
6.3.5. Cuando el laboratorio realiza actividades de laboratorio en sitios o instalaciones que están fuera de su control permanente, debe asegurarse de que se cumplan los requisitos relacionados con las instalaciones y condiciones ambientales de este documento.	En el caso del Laboratorio de tomografía no aplica este requisito toda vez que dispone de los equipos y la infraestructura para llevar a cabo las actividades		X		• NO APLICA

8.5 Equipamiento

Todo el equipamiento que tenga impacto en la validez de los resultados debe ser adecuado para su uso, estar calibrado o verificado antes de su uso, ser mantenido adecuadamente, además se debe mantener un registro del equipo (incluyendo identificaciones, calibraciones, mantenimiento).

Tabla 6

Lista de Registros Numeral 6 (6.4 – 6.4.13)

Lista de Registros NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-ISO/IEC 17025	Estado actual del Laboratorio en cuanto al cumplimiento del Requisito	Cumple	Cumple Parcialmente	No cumple	Aporte Estudiante en Práctica Empresarial
6. 4 EQUIPAMIENTO					
6.4.1 El laboratorio debe tener acceso al equipamiento (incluidos, pero sin limitarse a, instrumentos de medición, software, patrones de medición, materiales de referencia, datos de referencia, reactivos, consumibles o aparatos auxiliares) que se requieren para el correcto desempeño de las actividades de laboratorio y que pueden influir en los resultados.	El laboratorio cuenta con los equipos necesarios para cumplir con el requisito, Pero se deben actualizar algunos documentos		X		- Realizar un listado de los equipos existentes en laboratorio para realizar las pruebas. - Verificar que Los instrumentos de medición deben estar calibrados - Revisar que los equipos cuenten con el mantenimiento preventivo - Revisar que los certificados de calibración y las revisiones preventivas estén vigentes y asegurar su preservación en un archivo digital o físico - Recopilar los registros actualizados de: - Inventario de equipos - Manuales de operación - Certificados de calibración - Registros de mantenimiento - Evidencia de validación de software y método - Informar a la alta dirección mediante un documento el cronograma con las fechas de mantenimiento y equipos - Gestionar el proceso administrativo para llevar a cabo los servicios requeridos

6.4.2 Cuando el laboratorio utiliza equipamiento que está fuera de su control permanente, debe asegurarse de que se cumplan los requisitos de este documento para el equipamiento.	El laboratorio cuenta con los equipos necesarios para cumplir con el requisito				• NO APLICA
6.4.3 El laboratorio debe contar con un procedimiento para la manipulación, transporte, almacenamiento, uso y mantenimiento planificado del equipamiento para asegurar el funcionamiento apropiado y con el fin de prevenir contaminación o deterioro	El laboratorio dispone de procedimientos documentados para el cumplimiento del requisito	X			• Revisar los procedimientos de traslado de la muestra (camionetas o furgón cumplan con los requisitos de traslado) • Revisar que el área de almacenamiento este en óptimas condiciones • Revisar el cronograma de mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos • Revisar que se haya diligenciado la bitácora correspondiente
6.4.4 El laboratorio debe verificar que el equipamiento cumple los requisitos especificados, antes de ser instalado o reinstalado para su servicio	El laboratorio cumple con lo requerido en la norma, pero no cuenta con registros actualizados y documentados		X		• Recopilar documentos como manuales, especificaciones técnicas, fichas técnicas. • Revisar certificados de calibración • Contactar a los proveedores para que los envíen en caso de que no estén en medio físico • Organizar un archivo digital o físico para salvaguardar la información • Elaborar un documento con las fechas de instalación, estado de recepción y condiciones iniciales.
6.4.5 El equipo utilizado para medición debe ser capaz de lograr la exactitud de la medición y/o la incertidumbre de medición requeridas para proporcionar un resultado válido	El laboratorio cumple con el requisito	X			• NO APLICA
6.4.6. El equipo de medición debe ser calibrado cuando: - la exactitud o la incertidumbre de medición afectan a la validez de los resultados informados, y/o - se requiere la calibración del equipo para establecer la trazabilidad metrológica de los resultados informados. NOTA Los tipos de equipos que tienen efecto sobre la validez de los resultados informados pueden incluir aquellos utilizados para: - la medición directa del mensurando, por ejemplo, el uso de una balanza para llevar a cabo una medición de masa; - la realización de correcciones al valor medido, por ejemplo, las mediciones de temperatura; - la obtención de un resultado de medición calculado a partir de magnitudes múltiples.	El laboratorio cumple con el requisito	X			• Apoyo en la actualización del estado de calibración de los equipos • Verificar fechas de calibración y vigencia de certificados de los equipos utilizados • Asegurar que el equipo que va a utilizar esté calibrado de acuerdo a la documentación recopilada • Colaborar en la actualización de registros de equipos (hojas de vida o inventarios de equipos de medición) • Informar anomalías como fechas vencidas, etiquetas no ilegibles

6.4.7. El laboratorio debe establecer un programa de calibración, el cual se debe revisar y ajustar según sea necesario, para mantener la confianza en el estado de la calibración.	El laboratorio cumple con el requisito. pero no cuenta con registros actualizados y documentados de acuerdo a la norma		X		• Actualizar el inventario de los equipos de Medición • Elaborar una base de datos actualizada con todos los instrumentos de medición sujetos a calibración, incluyendo información como: identificación del equipo, ubicación, responsable, último certificado de calibración, y frecuencia establecida. • Relacionar una serie de fechas para el mantenimiento y calibración de algunos equipos, de acuerdo a los criterios técnicos y en la documentación que existe en el laboratorio.
6.4.8. Todos los equipos que requieran calibración o que tengan un periodo de validez definido se deben etiquetar, codificar o identificar de otra manera para permitir que el usuario de los equipos identifique fácilmente el estado de la calibración o el periodo de validez.	El laboratorio cumple con el requisito. pero no cuenta con registros actualizados y documentados de acuerdo a la norma		X		• Revisar el inventario de equipos y elaborar un listado actualizado de equipos que requieren ser calibrados, identificando aquellos que requieran actualización en su estado de calibración o renovación de su certificado. • Colaborar en la revisión física de las etiquetas de los equipos, en cuanto a información como fecha de la última calibración, fecha de vencimiento y el código único del equipo. • Organizar las reuniones del personal para socializar la importancia de utilizar los instrumentos calibrados e identificar su estado
6.4.9. El equipo que haya sido sometido a una sobrecarga o a uso inadecuado, que dé resultados cuestionables, o se haya demostrado que está defectuoso o que está fuera de los requisitos especificados, debe ser puesto fuera de servicio. Éste se debe aislar para evitar su uso o se debe rotular o marcar claramente que está fuera de servicio hasta que se haya verificado que funciona correctamente. El laboratorio debe examinar el efecto del defecto o de la desviación respecto a los requisitos especificados, y debe iniciar la gestión del procedimiento de trabajo no conforme.	El laboratorio cumple con el requisito pero se deben actualizar los documentos de acuerdo a la norma		X		• Solicitar la colaboración del personal técnico, para que se verifique el estado actual del equipo y reportar a la alta dirección, la situación actual • Colaborar en el proceso de iniciar el trámite para retirar de operación el equipo, además de etiquetar de forma visible indicando que se encuentra "Fuera de Servicio" o "No Usar". • Apoyar en la documentación, con el fin de verificar la última fecha en que el equipo funcionó correctamente, cuándo se detectó el problema, qué tipo de falla o desviación y quién lo reportó. • Recopilar el historial del equipo • Enviar y acusar recibo de la información, al personal encargado de calibración, mantenimiento o reparación.
6.4.10. Cuando sean necesarias comprobaciones intermedias para mantener confianza en el desempeño del equipo, estas comprobaciones se deben llevar a cabo de acuerdo con un procedimiento.	El laboratorio cumple con el requisito. Actualizar los documentos de acuerdo a la norma		X		• Indagar con el responsable del laboratorio sobre las comprobaciones intermedias durante el uso o mantenimiento del equipo • Documentar las comprobaciones realizadas y los resultados obtenidos
6.4.11. Cuando los datos de calibración y de los materiales de referencia incluyen valores de referencia o factores de corrección, el laboratorio debe asegurar que los valores de referencia y los factores de corrección se actualizan e implementan, según sea apropiado, para cumplir con los requisitos especificados.	El laboratorio cumple con el requisito de actualizar los documentos de acuerdo a la norma		X		• Verificar que los responsables actualicen los resultados de calibración. • Revisar que los datos actualizados se diligencien en los formatos correspondientes • Informar al personal involucrado, los cambios en las versiones de los formatos • Registrar los datos usados para calibraciones y materiales de referencia.

6.4.12. El laboratorio debe tomar acciones viables para evitar ajustes no previstos del equipo que invalidarían los resultados.	El laboratorio cumple con el requisito actualizar los documentos de acuerdo a la norma		X		• ¿Sensibilizar al personal que se deben registrar en las bitácoras quién ?, cuándo? y por qué? se realizó un ajuste. • Concientizar al personal que solo los responsables deben manipular los equipos, para proteger la integridad de los mismos. • Crear la cultura de que al final del día, todos los equipos deben quedar con el procedimiento normal de operación correspondiente
6.4.13. Se deben conservar registros de los equipos que pueden influir en las actividades del laboratorio. Los registros deben incluir, al menos, lo siguiente: a) la identificación del equipo, incluida la versión del software y del firmware b) el nombre del fabricante, la identificación del tipo y el número de serie u otra identificación única c) la evidencia de la verificación de que el equipo cumple los requisitos especificados d) la ubicación actual e) las fechas de la calibración, los resultados de las calibraciones, los ajustes, los criterios de aceptación y la fecha de la próxima calibración o el intervalo de calibración f) la documentación de los materiales de referencia, los resultados, los criterios de aceptación, las fechas pertinentes y el período de validez g) el plan de mantenimiento y el mantenimiento llevado a cabo hasta la fecha, cuando sea pertinente para el desempeño del equipo h) los detalles de cualquier daño, mal funcionamiento, modificación o reparación realizada al equipo.	El laboratorio cumple con el requisito actualizar los documentos de acuerdo a la norma		X		• Revisar y verificar que todos los equipos del laboratorio estén inventariados • Verificar que los equipos cuenten con la información requerida (código, descripción, número de serie, ubicación, responsable, etc.). • Revisar el inventario en los casos de: Equipos nuevos, retirados por fuera de servicio, o cuando estos se trasladan • Clasificar, archivar ya sea en archivo físico o digital los registros de mantenimiento, calibración, verificación, uso y reparación de los equipos. • Verificar las fechas de vigencia de calibración o mantenimiento próximas a vencer e informar al responsable del proceso. • Apoyar en solicitar a la oficina responsable en el etiquetado y señalización de equipos • Verificar con la oficina de mantenimiento tecnológico de la UIS, los equipos que se han dado de baja y que aún se encuentran en inventario activo.
6.5.3. Cuando la trazabilidad metrológica a unidades del SI no sea técnicamente posible, el laboratorio debe demostrar trazabilidad metrológica a una referencia apropiada como, por ejemplo: a) valores certificados o materiales de referencia certificados suministrados por un fabricante competente; b) resultados de los procedimientos de medición de referencia, métodos especificados o normas de consenso que están descritos claramente y son aceptados, en el sentido de que proporcionan resultados de medición adecuados para su uso previsto y asegurados mediante comparación adecuada.	Como estudiante en práctica, el alcance de las actividades no incluye la parte técnica debido al estricto cumplimiento de los protocolos de confidencialidad y reserva de la información.				

8.6 Productos y servicios suministrados externamente

El laboratorio debe garantizar que todos los productos y servicios suministrados externamente que impacten en la validez de los resultados sean adecuados para su propósito. Para ello, se deben establecer procedimientos para la evaluación, selección y control de proveedores (tales como servicios de calibración, materiales de referencia y software), manteniendo siempre la información documentada de dichas actividades.

Tabla 7

Lista de Registros Numeral 6 (6.6 – 6.6.3)

Lista de Registros NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-ISO/IEC 17025	Estado actual del Laboratorio en cuanto al cumplimiento del Requisito	cumple	Cumple Parcialmente	No Cumple	Aporte Estudiante en Práctica Empresarial
6.6 PRODUCTOS Y SERVICIOS SUMINISTRADOS EXTERNAMENTE					
6.6.1 El laboratorio debe asegurarse de que los productos y servicios suministrados externamente, que afectan a las actividades del laboratorio, sean adecuados y utilizados únicamente cuando estos productos y servicios: a) están previstos para la incorporación a las actividades propias de laboratorio; b) se suministran, parcial o totalmente, directamente al cliente por el laboratorio, como se reciben del proveedor externo; c) se utilizan para apoyar la operación del laboratorio. NOTA Los productos pueden incluir, por ejemplo, patrones y equipos de medición, equipos auxiliares, materiales consumibles y materiales de referencia. Los servicios pueden	El laboratorio cumple con el requisito actualizar los documentos de acuerdo a la norma		X		• Recopilar la información de los insumos (materiales, equipos) y servicios (calibración, mantenimiento, transporte de muestras,) con el fin de validar los requerimientos del laboratorio y así continuar con las actividades y los resultados del laboratorio. • Colaborar en la revisión de los procedimientos para la recepción de requerimientos de productos • Elaborar una base de datos con los proveedores certificados en el sistema de la UIS

incluir, por ejemplo, servicios de calibración, servicios de muestreo, servicios de ensayo, servicios de mantenimiento de instalaciones y equipos, servicios de ensayos de aptitud, y servicios de evaluación y de auditoría.					• Verificar que los proveedores de bienes y servicios cuenten con las certificaciones de calibración requeridos por la norma
6.6.2 El laboratorio debe contar con un procedimiento y conservar registros para: a) definir, revisar y aprobar los requisitos del laboratorio para productos y servicios suministrados externamente; b) definir los criterios para la evaluación, selección, seguimiento del desempeño y reevaluación de los proveedores externos; c) asegurar que los productos y servicios suministrados externamente cumplen los requisitos establecidos por el laboratorio, o cuando sean aplicables, los requisitos pertinentes de este documento, antes de que dichos productos o servicios se usen o se suministren al cliente d) emprender cualquier acción que surja de las evaluaciones, del seguimiento del desempeño y de las reevaluaciones de los proveedores externos.	El laboratorio cumple con el requisito actualizar los documentos de acuerdo a la norma		X		• Realizar un registro indicando que material debe ser requerido, para que el proveedor externo, cumpla con lo solicitado • Verificar junto con el responsable del laboratorio que las especificaciones técnicas como cantidades, volúmenes, medidas, cumplan con los requerimientos solicitados por parte del laboratorio.
6.6.3 El laboratorio debe comunicar a los proveedores externos sus requisitos para: a) los productos y servicios que se van a suministrar; b) los criterios de aceptación; c) la competencia, incluida cualquier calificación de personal requerida. a) d) las actividades que el laboratorio o sus clientes pretendan llevar a cabo en las instalaciones del proveedor externo.	El laboratorio cumple con el requisito actualizar los documentos de acuerdo a la norma		X		• Apoyar en la solicitud de bienes y servicios en la comunicación para los proveedores, donde se indica las especificaciones cantidad, peso, gramos, volumen, dimensiones, que son requeridos por el laboratorio para la ejecución de sus actividades. • Verificar que en la cotizaciones, ofertas o propuestas se cumpla con las especificaciones solicitadas, así como que el personal sea competente, y que se tengan certificaciones de entes acreditados

Tabla 8*Lista de Registros Numeral 7 (7.1 – 7.11.6)*

Lista de Registros NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-ISO/IEC 17025	Estado actual del Laboratorio en cuanto al cumplimiento del Requisito	cumple	Cumple Parcialmente	No Cumple	Aporte Estudiante en Práctica Empresarial
7. REQUISITOS DEL PROCESO					
7.1 Revisión de solicitudes, ofertas y contratos	El laboratorio cumple con el requisito, pero no se evidencia documentos actuales de acuerdo a la norma		X		Elaborar un procedimiento que establezca: La metodología a desarrollar para presentar propuestas técnico económicas ante licitaciones, convocatorias y/o procesos de selección
7.2 Selección, verificación y validación de métodos	El alcance del proyecto no incluía la parte técnica y por el cumplimiento de los protocolos de confidencialidad y reserva de información del laboratorio				
7.2.2 Validación de los métodos					
7.3. Muestreo					
7.4 Manipulación de los ítems de ensayo o calibración.					
7.5 Registros técnicos					
7.6 Evaluación de la incertidumbre de la medición					
7.7 Aseguramiento de la validez de los resultados					
7.8 Informe de resultados					
7.9 Quejas	El laboratorio cumple con el requisito, pero no se evidencian documentos actuales de acuerdo a la norma		X		Elaborar un procedimiento que contenga: • La metodología para conocer la percepción del cliente del Grupo de Investigación en Tomografía, para incrementar los niveles de satisfacción y responder de manera oportuna a sus peticiones, quejas, reclamos y sugerencias.
7.10 Trabajo no conforme	Por políticas de confidencialidad y reserva para salvaguardar la integridad de la información confidencial del cliente y del laboratorio				
7.11 Control de los datos y gestión de la información					

Tabla 9*Lista de Registros Numeral 8 (8.1 – 8.11.6)*

Lista de Registros NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-ISO/IEC 17025	Estado actual del Laboratorio en cuanto al cumplimiento del Requisito	cumple	Cumple Parcialmente	No Cumple	Aporte
8- REQUISITOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN					
8.1 Opciones	Por ser el requisito más extenso de la norma y por estar sujeto a la maduración del sistema de gestión y a la realización de ciclos de auditoría internas para lograr la acreditación otorgada por el organismo de acreditación ONAC, lo cual depende de tiempos administrativos, recursos financieros de la Universidad que exceden el tiempo de participación del estudiante en práctica en el proyecto., estos requisitos no están en el alcance del presente proyecto				
8.2 Documentación del sistema de gestión	El laboratorio cumple con el requisito, pero no se evidencian documentos actuales de acuerdo a la norma		X		• Apoyar en la proyección y elaboración de los documentos que estructuran el sistema de gestión, procedimientos, formatos, políticas de calidad, manuales
8.3 Control de documentos del sistema de gestión	El laboratorio cumple con el requisito, pero no se evidencia registros de documentos modificados, un archivo organizado de los documentos de acuerdo a la norma				Elaborar un procedimiento que contenga. • Control de documentos • Asegurar que el personal del laboratorio trabaje siempre con información oficial, actualizada y autorizada • Organizar un archivo físico o digital • Revisar y llevar el control de versiones de los documentos (identificación de cambios)
8.4 Control de registros	Por ser el requisito más extenso de la norma y por estar sujeto a la maduración del sistema de gestión y a la realización de ciclos de auditoría internas para lograr la acreditación otorgada por el organismo de acreditación ONAC, lo cual depende de tiempos administrativo, recursos financieros de la Universidad que exceden el tiempo de participación del estudiante en práctica en el proyecto, estos requisitos no están en el alcance del presente proyecto.				
8.5 Acciones para abordar riesgos y oportunidades					
8.6 Mejora					
8.7 Acción correctiva					
8.8 Auditorías internas					
8.9 Revisiones por la dirección					

9. Plan de mejoramiento

Se evidencia que existen documentos iniciales, pero se observa la necesidad de elaborar, organizar, actualizar y formalizar algunos, procedimientos, formatos de registro para asegurar la trazabilidad y la consistencia en la ejecución de los ensayos.

La metodología utilizada para la elaboración de la documentación, consistió inicialmente en realizar un inventario de documentos, acorde a los requisitos que exige la norma.

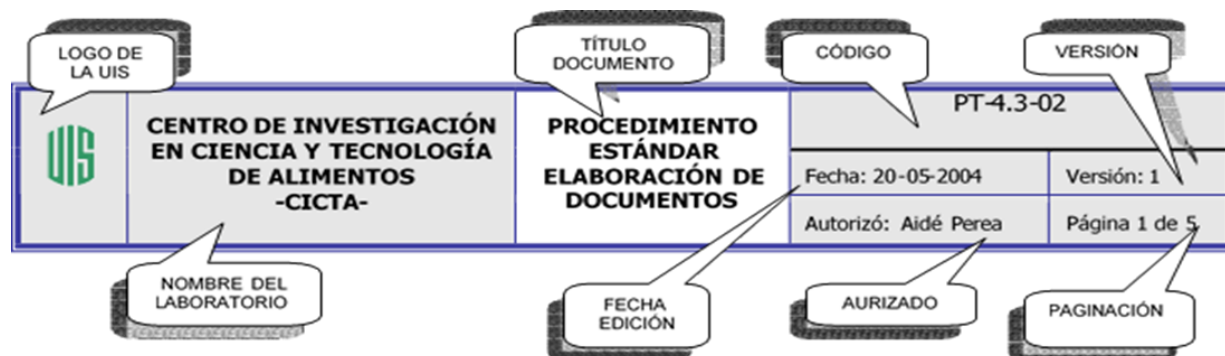
9.1 Estructura de la documentación

La documentación del Sistema de Gestión de la Calidad del Grupo de Investigación y el laboratorio en Tomografía Computarizada para Caracterización de Yacimientos – GIT, se estructuró en cuatro niveles

Figura 6

Estructura de la Documentación



Figura 7*Encabezado de los Documentos*

El link con los documentos realizados, se encuentra al final del listado de apéndices.

9.2 Actividades desarrolladas durante el proceso

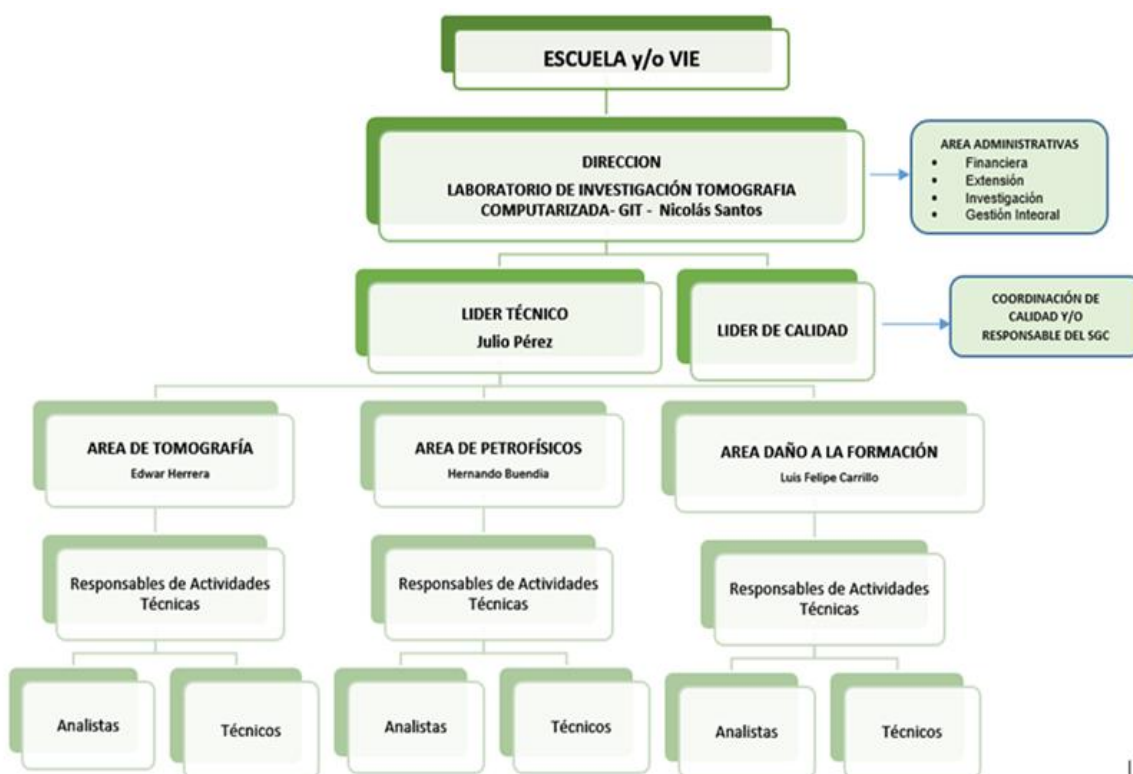
Dentro de las amenazas y oportunidades identificadas por el equipo de trabajo y la estudiante en práctica sobre el Plan de Mejora frente a los requisitos de la Norma ISO/IEC 17025:2017, proceso que se ejecutó durante 5 meses, se realizaron las siguientes actividades:

Se diligenció el formato F.GIT.DE.03, Matriz Gestión de Riesgos y Oportunidades: Se observa la necesidad de implementar un proceso para la identificación, evaluación, tratamiento y seguimiento de los riesgos y oportunidades que puedan afectar la imparcialidad, la confidencialidad y la calidad de los resultados del laboratorio, de acuerdo al diligenciamiento se debe abordar los procesos de Gestión Integral y los problemas por fallas en los equipos que hacen parte del laboratorio (ver anexo 1 Matriz de Riesgos).

Asimismo, con el propósito de dar cumplimiento al requisito 5, relativo a la estructura, se elaboró y presentó el organigrama del laboratorio, en el cual se representa la estructura organizacional, las líneas de autoridad y la relación entre las diferentes funciones que intervienen en las actividades del laboratorio. Este documento fue aprobado mediante Acta No. 2 del 7 de julio de 2021 y constituye un soporte fundamental para la definición de responsabilidades, autoridades e interrelaciones del personal.

Figura 8

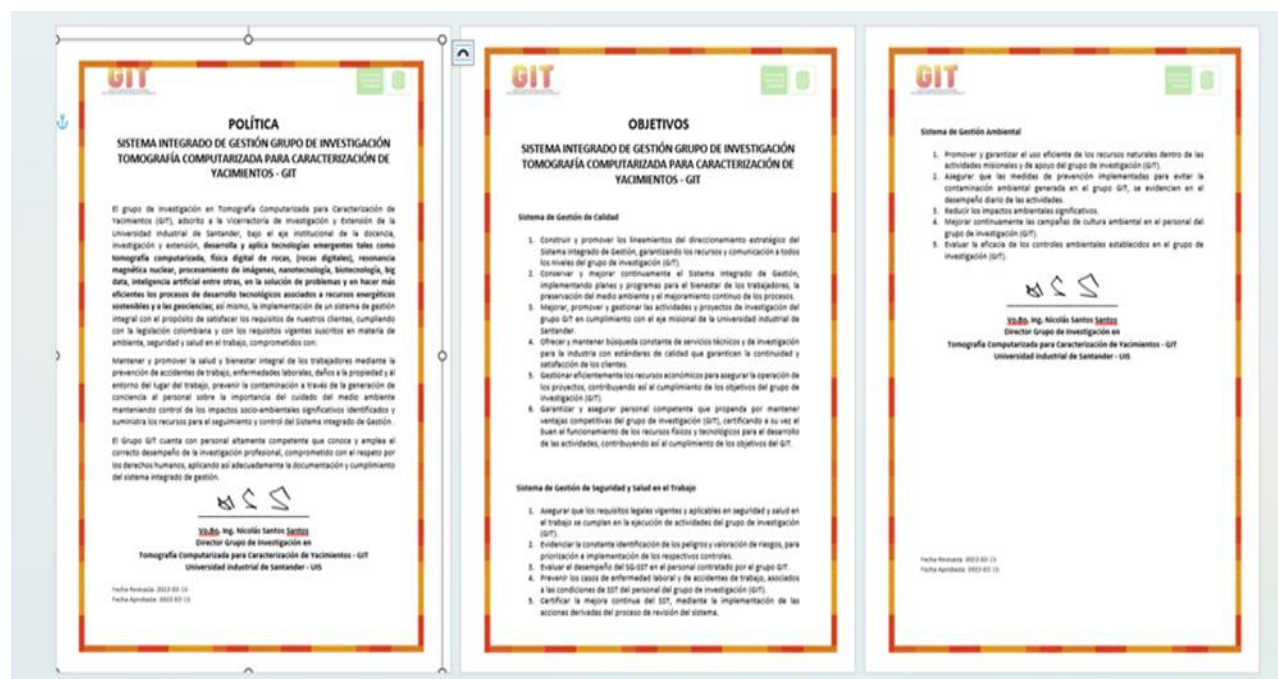
Organigrama



De igual manera, se elaboró la Política de Calidad, con el fin de aportar al cumplimiento del requisito 8.2 de la Norma ISO/IEC 17025:2017, aplicable a laboratorios de ensayo y calibración que buscan demostrar su competencia técnica y generar resultados técnicamente válidos. Este documento fue construido teniendo en cuenta las necesidades del cliente, las expectativas del laboratorio y el compromiso institucional de contar con personal calificado, equipos adecuados y métodos validados. Su propósito fue asegurar que las políticas y objetivos fueran comprendidos por el personal, promoviendo una comunicación clara y efectiva sobre los productos y servicios ofrecidos, así como el compromiso de la Alta Dirección con la competencia, la imparcialidad y la operación coherente de las actividades del laboratorio.

Figura 9

Política de Calidad



También se elaboró el procedimiento P.GIT.GI.04, Elaboración de Documentos SGI, relacionado con el requisito 8.3, control de documentos del sistema de gestión, como se evidencia en el Anexo 2. Este procedimiento tuvo como objetivo definir los lineamientos para la creación y elaboración de documentos del Sistema de Gestión Integrado del Grupo de Investigación en Tomografía Computarizada y Caracterización de Yacimientos, conforme a los lineamientos de las normas aplicables. Su alcance comprende la información documentada que se genere internamente en el Grupo de Investigación y en el laboratorio de tomografía, de acuerdo con las necesidades derivadas de la ejecución de sus actividades. En este sentido, el procedimiento contribuye al control documental mediante la aprobación de documentos antes de su emisión, la revisión y actualización periódica, la identificación de cambios y la verificación de que los documentos se utilicen en sus versiones vigentes.

- Aprobación antes de su emisión
- Revisión y actualización periódica.
- Identificación de los cambios
- Asegurar que los documentos se diligencien en las versiones actualizadas

Adicionalmente, se desarrolló el procedimiento P.GIT.GI.01, Identificación de Requisitos Legales, relacionado con los numerales 4.1, imparcialidad, y 8.2, sistema de gestión, de la Norma ISO/IEC 17025:2017, como se relaciona en el Anexo 3. A través de este documento se identificaron leyes, reglamentos, normas técnicas, ordenanzas, resoluciones y requisitos contractuales aplicables a las actividades, instalaciones, equipamiento, procesos y servicios del laboratorio. Asimismo, se definieron lineamientos para identificar, registrar, actualizar, evaluar y

comunicar al personal y demás partes interesadas los requisitos legales y reglamentarios aplicables al Sistema de Gestión Integrado del GIT.

En relación con el requisito 7.1, revisión de solicitudes, ofertas y contratos, se elaboró el procedimiento P.GIT.DE.02, Presentación de Propuestas, incluido en el Anexo 4. Este documento estableció la metodología para la presentación de propuestas técnico-económicas ante licitaciones, convocatorias o procesos de selección en los que participe el Grupo de Investigación en Tomografía Computarizada para Caracterización de Yacimientos de la Universidad Industrial de Santander. El procedimiento contempla desde la revisión de los términos de la licitación, convocatoria o proceso de selección, hasta la presentación formal de la propuesta.

De igual forma, se elaboró el procedimiento P.GIT.DE.03, Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias, asociado al requisito 7.9, quejas, como se evidencia en el Anexo 5. Este procedimiento permitió establecer la metodología para conocer la percepción del cliente frente a los servicios del Laboratorio de Tomografía Computarizada para Caracterización de Yacimientos - GIT, con el propósito de incrementar los niveles de satisfacción y responder de manera oportuna a las peticiones, quejas, reclamos y sugerencias. Su aplicación comprende desde la identificación del cliente potencial hasta la evaluación de su satisfacción.

También se documentó el procedimiento P.GIT.DE.01, Gestión de Mercadeo, relacionado con el requisito 7.1, revisión de solicitudes, ofertas y contratos, incluido en el Anexo 6. Este procedimiento estableció la metodología para aumentar la participación del GIT en el mercado, contribuyendo al cumplimiento de los objetivos del grupo de investigación, la generación de ingresos para su auto sostenimiento y la inversión en sus actividades. Su aplicación se orienta a

los servicios de extensión ofrecidos por el Grupo de Investigación en Tomografía Computarizada para Caracterización de Yacimientos.

En cuanto al requisito 6.2, personal, se elaboró el procedimiento P.GIT. GR.09, Selección y Contratación de Personal, relacionado en el Anexo 7. Este documento permitió establecer los pasos para seleccionar y contratar personal de acuerdo con las necesidades específicas del cargo y las necesidades generales de la organización, mediante el cumplimiento de los requisitos definidos en los perfiles de cargo y en las solicitudes de personal. En desarrollo de esta actividad, también se organizaron y digitalizaron hojas de vida, acuerdos de confidencialidad, soportes académicos, certificaciones de experiencia y demás documentos relacionados con la competencia, formación y asignación de funciones del personal que puede afectar la validez de los resultados del laboratorio.

Finalmente, se elaboró el Manual de Funciones y Cargos, incluido en el Anexo 8, con el fin de aportar al cumplimiento del requisito 5, relativo a la estructura. Este manual fue construido con base en la información suministrada por el personal del laboratorio y del Grupo de Investigación - GIT, y permitió describir la estructura y funcionamiento de la organización. En este documento se establecieron funciones, responsabilidades, autoridades, cargos, dependencias, niveles jerárquicos y competencias requeridas en términos de educación, formación y experiencia. Además, el manual contribuye a demostrar la imparcialidad y trazabilidad de las decisiones técnicas. Posteriormente, el documento fue validado con los responsables de cada área y presentado a la Alta Dirección para su divulgación e inclusión dentro del proceso de inducción de nuevos empleados.

Posteriormente se validó el documento con los responsables de cada área y finalmente se presentó el documento a la Alta dirección para ser divulgado e incluirlo como parte del proceso de inducción de nuevos empleados.

Se recomienda realizar una actualización periódica, cuando haya cambios en la estructura organizacional, nuevas responsabilidades o procesos y reorganización de áreas

El contenido del Manual de Funciones y cargos comprende:

1. Organigrama laboratorio GIT
2. Director GIT
3. Docentes planta
4. Profesional de proyectos de investigación
5. Profesional apoyo administrativo de proyectos de investigación
6. Profesional y/o técnicos de apoyo administrativo a los proyectos de investigación
7. Profesional administrativo de servicios
8. Director técnico de laboratorios
9. Coordinador de calidad de laboratorios
10. Asistente de calidad de laboratorios
11. Profesional administrativo de servicios
12. Profesional técnico de servicios
13. Auxiliar administrativa de servicios
14. Profesional y/o técnico de laboratorio
15. Auxiliar de laboratorios
16. Representante ante la alta dirección
17. Profesional gestión integral
18. Auxiliar apoyo gestión integral
19. Profesional administrativo

20. Profesional apoyo administrativo
21. Profesional líder financiero
22. Auxiliar financiero
23. Asesor jurídico
24. Auditor interno
25. Brigadista
26. Guía de evacuación
27. Representante ante el copasst
28. Auxiliar de servicios

Para dar continuidad a las actividades desarrolladas, se elaboró el procedimiento P.GIT. GR.03, Entrenamiento y Capacitación, relacionado con el requisito 6.2, personal, de la Norma ISO/IEC 17025:2017, como se evidencia en el Anexo 9. Este procedimiento estableció los lineamientos para el desarrollo de las actividades de entrenamiento y capacitación del personal del laboratorio, especialmente de quienes realizan tareas que pueden afectar la validez de los resultados de ensayo o calibración. En este sentido, el procedimiento permitió definir una ruta para identificar las necesidades de entrenamiento, elaborar y aprobar el plan de capacitación, gestionar su implementación ante la División de Recursos Humanos, ejecutar las actividades programadas y evaluar los resultados obtenidos, con el fin de consolidar el proceso de formación del personal.

Actividades:

- Identificar y definir las necesidades de entrenamiento.
- Elaborar y aprobar plan de entrenamiento y capacitación

- Gestionar la implementación del Programa de Entrenamiento y capacitación ante la División de Recursos Humanos
- Ejecutar plan de entrenamiento y capacitación
- Evaluar y consolidar el plan de entrenamiento y capacitación

Asimismo, en relación con el requisito 6.3, instalaciones y condiciones ambientales, se trabajó en la documentación y control de las condiciones ambientales del laboratorio, conforme se presenta en el Anexo 10. Este requisito establece que el laboratorio debe realizar seguimiento, control y registro de las condiciones ambientales, de acuerdo con las especificaciones, métodos o procedimientos pertinentes, especialmente cuando estas puedan influir en la validez de los resultados. Para ello, se consideró el formato de control de condiciones ambientales del Laboratorio de Tomografía de Rayos X para Caracterización de Yacimientos, ubicado en el EDI 107.

En la cabina donde se encuentra el escáner de tomografía, es decir, el tomógrafo, se deben mantener condiciones controladas de temperatura y humedad relativa, con el propósito de proteger la integridad del equipo. Es importante precisar que dichas condiciones no afectan directamente los resultados de los ensayos realizados; sin embargo, deben conservarse dentro de los rangos recomendados por el fabricante, conforme a lo indicado en el anexo de condiciones de instalación. De esta manera, el control ambiental contribuye a preservar el funcionamiento adecuado del equipo y a fortalecer la gestión preventiva dentro del laboratorio.

Figura 10

Rangos de Medición del Laboratorio



Con el fin de cumplir con las condiciones de temperatura y humedad durante la ejecución de los ensayos, se realizó el cambio de los aires acondicionados y se implementó el seguimiento diario de las condiciones ambientales. Asimismo, se gestionó la adquisición de señalización con el apoyo de la Escuela de Diseño de la UIS y se organizó el laboratorio mediante la separación de los insumos usados y los insumos limpios. Estas acciones permitieron mejorar el orden, la seguridad y el control de las áreas de trabajo.

Figura 11

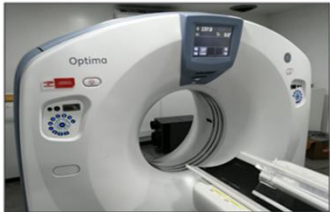
Rangos de Medición del Laboratorio



En cuanto al requisito 6.4, equipamiento, se realizó un informe de los equipos disponibles en el laboratorio, incluyendo la identificación de cada uno, su número de inventario y la respectiva hoja de vida. De igual manera, se ubicaron y archivaron los manuales de los equipos, y se elaboró el cronograma para el mantenimiento y la calibración de los instrumentos. Como parte de este proceso, se diseñó el formato de hoja de vida de equipos, el cual debe permanecer cerca del equipo, preferiblemente en un soporte acrílico de pared, disponible de forma permanente para el personal técnico.

Figura 12

Formato Hoja de Vida de Equipos

GIT PROCESO GESTIÓN DE RECURSOS FÍSICOS Y TECNOLÓGICOS		FORMATO	
HOJA DE VIDA DE EQUIPOS		2016-10-10	FEP-RFT-100
		VERSIÓN: 02	Página 1 de 1
NOMBRE DEL EQUIPO	Tomógrafo General Electric Optima 660		
N° DE INVENTARIO	134038		
MODELO:	Optima 660	MARCA:	General Electric (GE)
SERIAL:	4243841M6		
PROVEEDOR:	Vinci Technologies	FABRICANTE:	General Electric (GE)
FECHA DE ADQUISICIÓN:	17/12/16		
USO DEL EQUIPO:	SEDE	EDIFICIO	SALÓN
Escaneo de Rocas	Guatiguará	EDI	107
N° ORDEN DE COMPRA	CONTACTO/ RESPONSABLE DE USO		EXTENSIÓN:
	Edwar H Herrera Otero		3563
MANTENIMIENTO REALIZADO POR PERSONAL	PROVEEDOR DE MANTENIMIENTO		COSTO DEL EQUIPO
☐ INTERNO	☒ EXTERNO	General Electric	OPCIONAL
PERIODICIDAD DE MANTENIMIENTO:	OBSERVACIONES GENERALES		
☐ MENSUAL	☒ SEMESTRAL	SOFTWARE:	SISTEMA OPERATIVO
☐ TRIMESTRAL	☐ ANUAL		
FOTOS DEL EQUIPO			
			
ELABORÓ	REVISÓ Y APROBÓ	COPIA CONTROLADA	SI X NO
Gestión RFT	Director de Escuela		NO

Este formato debe estar cerca del equipo, en un soporte acrílico de pared y disponible de forma permanente para el personal técnico

También se brindó apoyo en la elaboración del manual de procedimientos de equipos, en colaboración con el líder del laboratorio, como se relaciona en el Anexo 11. Este manual permitió organizar la información técnica necesaria para el uso, control, mantenimiento y seguimiento de los equipos e instrumentos utilizados en el Laboratorio de Tomografía Computarizada para Caracterización de Yacimientos.

Dentro de los equipos, instrumentos, herramientas y materiales identificados para el desarrollo de las actividades del laboratorio, se relacionan los siguientes:

- Escáner de tomografía, también denominado tomógrafo, el cual constituye el equipo principal del laboratorio para la adquisición de imágenes y permite realizar el análisis no destructivo de muestras de roca.
- Balanza digital LM0013, números 2 y 4, marca OHAUS, series B326490151 y B242432016, calibradas con acreditación y con capacidad máxima de 210 g.
- Aire acondicionado de 48.000 BTU tipo techo inverter, marca Samsung, modelo AC048MNCDKH/CB, utilizado para conservar las condiciones ambientales requeridas en el área donde opera el tomógrafo.
- Software de interpretación PetroCT, herramienta desarrollada por la Universidad Industrial de Santander para el procesamiento de imágenes y obtención de resultados, la cual permite transformar las imágenes adquiridas en datos de densidad aparente, RHOB, y factor fotoeléctrico, PEF.
- Software de transferencia Conquest, de libre acceso, utilizado para trasladar archivos desde el equipo de operación del tomógrafo hacia la estación de trabajo destinada al procesamiento de resultados.

- Discos duros externos, necesarios para almacenar el alto volumen de datos generados durante los ensayos y conservar copias de seguridad de la información de los clientes durante un periodo de seis meses contados a partir de la realización del ensayo.
- Soporte de escaneo o cuna, empleado para ubicar la muestra de roca en la mesa del tomógrafo y permitir la ubicación de los patrones de calibración, conocidos como fantasmas.
- Cámara fotográfica o dispositivo con cámara, utilizado para registrar el proceso de escaneo de cada sección. Estas imágenes funcionan como evidencia y control de calidad del procedimiento, sin requerir especificaciones técnicas particulares.
- Set de calibración de rocas, compuesto por ocho muestras cilíndricas de 3,5 pulgadas de diámetro y un pie de largo, correspondientes a diferentes litologías, como arenisca, caliza, dolomita y shale. Este set se utiliza para verificar la calibración en la estimación de densidad, RHOB, y factor fotoeléctrico, PEF.

Figura 13

Laboratorio Escáner de tomografía (Tomógrafo):



En materia de calibración de equipos e instrumentos, se tuvo en cuenta que el requisito 6.4 de la Norma ISO/IEC 17025:2017 establece que deben calibrarse todos los equipos que tengan un efecto significativo en la exactitud o incertidumbre de los resultados. En el caso del Laboratorio de Tomografía Computarizada para Caracterización de Yacimientos, esto incluye equipos de medición directa, que generan datos finales como dimensiones y densidades, así como equipos de control de condiciones, que permiten asegurar que los ensayos se realicen bajo parámetros específicos de temperatura y humedad.

De acuerdo con lo anterior, se identificaron los siguientes equipos e instrumentos sujetos a calibración o verificación:

- Tomógrafo: la calibración del escáner de tomografía permite verificar la calidad de la imagen, la uniformidad y los valores de densidad, contribuyendo a la precisión del proceso.
- Termohigrómetro: su calibración garantiza la medición confiable de temperatura y humedad, necesarias para conservar la integridad del tomógrafo dentro de los rangos establecidos de 18 °C a 26 °C y humedad relativa entre el 40 % y el 60 %.
- Deshumidificador: requiere calibración o verificación de su sensor interno de humedad para asegurar una lectura adecuada del ambiente.
- Balanza digital: debe calibrarse para verificar la exactitud y confiabilidad de las mediciones realizadas.

Asimismo, se elaboró el procedimiento P.GIT.GR.06, Mantenimiento Correctivo, asociado al requisito 6.4, equipamiento, como se presenta en el Anexo 12. Este procedimiento documentó

los pasos necesarios para realizar el mantenimiento correctivo de equipos y maquinarias del Laboratorio de Tomografía Computarizada para Caracterización de Yacimientos.

En el marco del procedimiento de mantenimiento correctivo, se definieron las siguientes actividades:

- Identificar y reportar la falla del equipo.
- Realizar la solicitud de mantenimiento.
- Asignar el técnico responsable, ya sea interno, a través de la DMT, o externo.
- Ejecutar el mantenimiento correctivo.
- Registrar el servicio en la hoja de vida del equipo, mediante el formato F.EIP.RFT.100, describiendo la fecha del servicio y el detalle de la intervención, con el fin de controlar el estado y la frecuencia de mantenimiento de los equipos.
- Realizar el recibido a satisfacción, una vez finalizado el servicio y efectuadas las pruebas correspondientes para verificar el funcionamiento del equipo.

De igual manera, se elaboró el procedimiento P.GIT.GR.07, Mantenimiento Preventivo, también relacionado con el requisito 6.4, equipamiento, como se evidencia en el Anexo 13. Este procedimiento documentó los pasos para realizar el mantenimiento preventivo de los equipos y maquinarias del laboratorio, con el propósito de asegurar su funcionamiento adecuado, prevenir fallas y conservar la trazabilidad de las intervenciones realizadas.

Dentro de los mantenimientos sugeridos para los equipos e instrumentos del laboratorio, se establecieron los siguientes:

- Escáner de tomografía: debe someterse a mantenimiento preventivo al menos tres veces al año, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante GE, General Electric. Estos mantenimientos se realizan mediante un contrato de protección del equipo, renovado

anualmente, el cual incluye los mantenimientos correctivos que resulten necesarios. Las fechas se definen durante el año, de común acuerdo con el fabricante, procurando una periodicidad aproximada de cada cuatro meses, especialmente en los meses de abril, agosto y diciembre.

- Termohigrómetro: debe recibir mantenimiento anual junto con su proceso de calibración.
- Deshumidificador: debe someterse a mantenimiento anual para asegurar su funcionamiento y programación dentro de los rangos establecidos.
- Balanza digital: debe recibir mantenimiento anual de manera simultánea con su proceso de calibración.
- Computador o estación de trabajo: debe contar con mantenimiento físico y de software una vez al año, incluyendo las actualizaciones necesarias.
- Aires acondicionados: deben someterse a mantenimiento anual para garantizar las condiciones ambientales requeridas en el laboratorio.

La gestión y verificación de la renovación anual del contrato de mantenimiento del escáner de tomografía corresponde al líder del laboratorio, mientras que el supervisor de operaciones debe verificar el cumplimiento de los mantenimientos y supervisar su ejecución. Además, este último debe gestionar las actividades relacionadas con el ingreso del personal del fabricante a las instalaciones donde se encuentra ubicado el equipo.

Finalmente, se definieron actividades complementarias asociadas al mantenimiento y calibración de equipos, orientadas a fortalecer el control técnico del laboratorio y avanzar en el cumplimiento de los requisitos establecidos por la Norma ISO/IEC 17025:2017. Entre estas actividades se encuentran:

- Realizar comprobaciones intermedias para verificar las condiciones de buen uso del equipo.
- Gestionar ensayos de aptitud.
- Realizar pruebas de ensayo interlaboratorio.
- Realizar comparaciones intralaboratorio.
- Presentar programas de repetibilidad y reproducibilidad del ensayo.
- Verificar cartas de control.
- Validar métodos.
- Estimar la incertidumbre de los equipos.
- Presentar informes de resultados.
- Realizar auditoría interna anual.

10. Sensibilización del personal de laboratorio

La sensibilización del personal del laboratorio constituyó una etapa fundamental dentro del desarrollo del proyecto, debido a que la implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad exige que quienes participan en las actividades del laboratorio conozcan, comprendan y apliquen los requisitos establecidos en la Norma NTC ISO/IEC 17025:2017. En este sentido, el proceso de capacitación no solo estuvo orientado al cumplimiento normativo, sino también al fortalecimiento de la competencia técnica, la confiabilidad de los resultados y la cultura de calidad dentro del laboratorio.

Durante esta etapa se promovió la comprensión de los principios que sustentan la norma, especialmente aquellos relacionados con la imparcialidad, la confidencialidad, la estructura

organizacional, la competencia del personal, las condiciones ambientales y el control del equipamiento. De esta manera, se buscó que el personal identificara la importancia de sus funciones dentro del sistema de gestión y reconociera cómo sus actividades inciden en la validez de los resultados generados por el laboratorio.

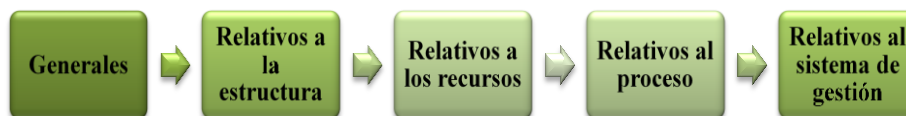
Asimismo, la sensibilización permitió resaltar la importancia de la mejora continua como eje transversal del sistema de gestión. Al conocer los requisitos de la norma y su aplicación práctica, el personal cuenta con mayores elementos para identificar oportunidades de mejora, fortalecer la trazabilidad de los procesos, aplicar procedimientos documentados y adoptar prácticas más eficientes en el desarrollo de las actividades técnicas y administrativas.

El proceso de capacitación se desarrolló mediante espacios de socialización dirigidos al personal administrativo, profesional y técnico vinculado directa o indirectamente con el Laboratorio de Tomografía Computarizada para Caracterización de Yacimientos. En estos espacios se abordaron los aspectos generales de la norma, su propósito, beneficios y relación con la futura acreditación del laboratorio.

Figura 14

Proceso de Capacitación

Temas generales abordados en el proceso de capacitación y sensibilización

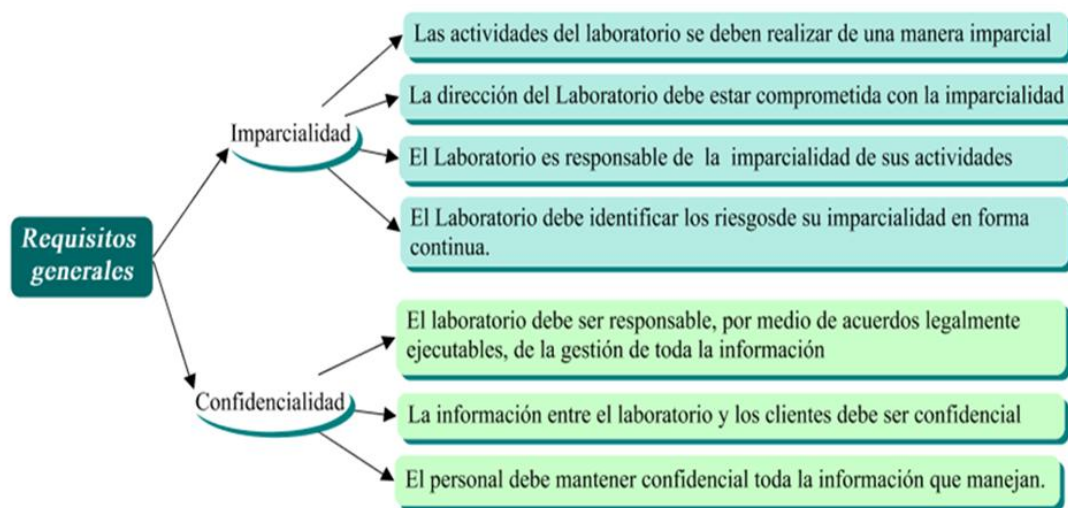


Nota. Elaboración propia, con base en contenidos del proceso de capacitación del personal.

De manera específica, se socializaron los requisitos generales de la Norma NTC ISO/IEC 17025:2017, con énfasis en la imparcialidad y la confidencialidad. En este punto se explicó la necesidad de prevenir conflictos de interés, proteger la información del cliente, controlar el acceso a los datos generados durante los ensayos y garantizar que las actividades del laboratorio se desarrollen de manera objetiva, ética y confiable.

Figura 15

Requisito de Imparcialidad y Confidencialidad

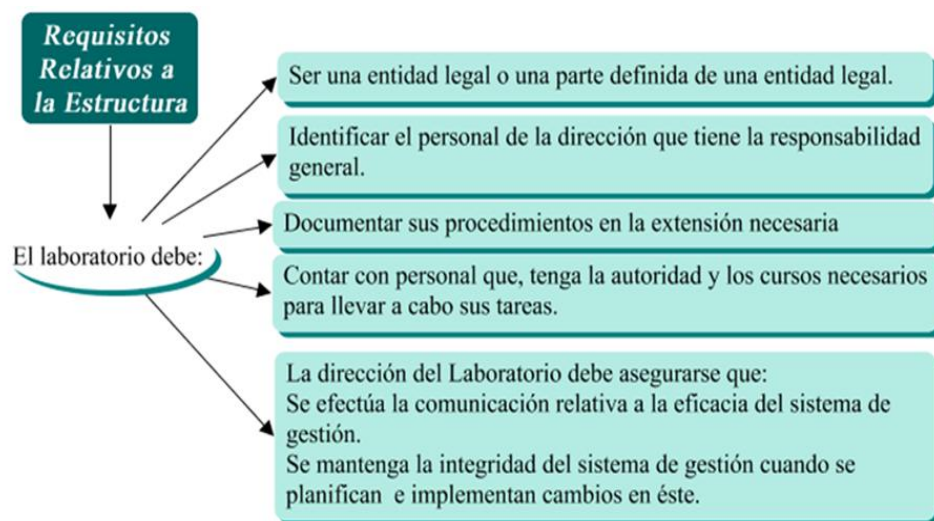


Posteriormente, se abordaron los requisitos relativos a la estructura, considerando aspectos como la legalidad del laboratorio, la identificación del personal responsable, la definición y documentación del alcance, la estructura organizacional, la asignación de responsabilidades, la documentación de procedimientos y el papel de la dirección en el mantenimiento del sistema de

gestión. Esta socialización permitió reforzar la importancia de contar con una organización clara, con funciones definidas y líneas de autoridad identificables.

Figura 16

Requisito de Relativos a la Estructura



Finalmente, se explicaron los requisitos relativos a los recursos, especialmente aquellos relacionados con el personal, las instalaciones, las condiciones ambientales, el equipamiento y los productos o servicios suministrados externamente. En esta etapa se resaltó la necesidad de contar con personal competente, equipos adecuados, condiciones ambientales controladas y mecanismos de seguimiento que permitan asegurar la confiabilidad de los resultados del laboratorio.

Figura 17*Requisito de Relativos a los Procesos***10.1 Programación para la capacitación del personal****Tabla 10** *Requisito de Relativos a la Estructura*

Objetivo	Actividades	Productos	Seguimiento de actividades
Planear las actividades a realizar para el plan de mejora, de los cambios requeridos en el Laboratorio, frente al cumplimiento de los requisitos contemplados en la NTC ISO/IEC 17025:2017.	Establecer cronogramas de actividades, planes de acción para el cumplimiento de requisitos, de acuerdo con los planes de transición generados por el Laboratorio.	Cronograma de trabajo a seguir para el mejoramiento de los requisitos de la NTC ISO/IEC 17025.	Se socializó la información requerida para la acreditación de las pruebas que se llevan a cabo en el Laboratorio en Tomografía Computarizada y Caracterización de Yacimientos.
Elaborar la documentación para la actualización del Sistema de Gestión, bajo los requisitos de la ISO/IEC 17025.	Realizar actividades para definir y documentar la estructura y los procesos, en cumplimiento de los requisitos establecidos por la NTC ISO/IEC 17025:2017	Registros de referencias norma NTC ISO/IEC 17025:2017	Se realizó la caracterización y definición de los procesos necesarios para integrar el Sistema de Gestión del Laboratorio con base en los requisitos determinados por la NTC ISO 17025:2017. Revisión Organización del organigrama del Laboratorio de Investigación en Tomografía, de acuerdo con el personal involucrado en el equipo de trabajo.

Definir y caracterizar los procesos que se integrarán en el SGC del Laboratorio.	Procesos definidos	Se definió la estructura documental del SG del Laboratorio, diseño logo y documentación. Se brindó capacitación en la interpretación de los requisitos de la NTC ISO 17025:2017 al personal asignado por el GIT
Elaborar los documentos para cumplimiento de los requisitos de la NTC ISO 17025:2017	Lista cruzada de referencias en el SG del laboratorio NTC ISO/IEC 17025:2017	Se diseñaron y documentaron los procedimientos, formatos, programas, planes, políticas para dar cumplimiento a los requisitos del capítulo 4, capítulo 5, capítulo 6 Se diseñó y documentó la Matriz de Riesgos del Laboratorio identificando los riesgos correspondientes.

El Laboratorio inició con la sensibilización del personal, por medio de reuniones por áreas, dando a conocer la importancia de convertir los documentos realizados, en rutina diaria de trabajo.

Se realizó el proceso de divulgación de los documentos, para leer, explicar inquietudes, resolver dudas y operativizar los procedimientos.

Las reuniones se llevaron a cabo en las instalaciones del Laboratorio personal técnico y sala de junta. Para la parte administrativa, la metodología utilizada consistió en la lectura de los procedimientos, para su posterior comprensión y entendimiento, de la estructura organizacional del Laboratorio, seguida de la política de calidad, los objetivos de calidad, el Manual de Funciones y Responsabilidades, los Procedimientos Administrativos, y por último los Procedimientos Técnicos

Figura 18

Reunión Equipo de Trabajo Técnico

**Figura 19**

Reunión Equipo de Trabajo Laboratorio



11. Indicadores mejoras plan de gestión de calidad del laboratorio GIT

Figura 20

Indicadores de Mejoras

Tabla de Indicadores de Mejoras Implementadas (ISO/IEC 17025: 2017 SGI) LABORATORIO DE TOMOGRAFIA - GIT						
Indicador	Mejora Implementada	Indicador (KPI)	Valor base	Meta esperada	Frecuencia de Seguimiento	Responsable
Estructura organizacional	Elaboración del organigrama actualizado	% de cargos definidos y con responsables asignados	75%	100%	Anual	Dirección
Compromiso con la calidad	Elaboración de la Política de Calidad	(% del personal que conoce la política)	50%	100%	Semestral	Coordinador de Calidad
Gestión documental	Elaboración de documentos del SGI	% de documentos SGI elaborados	65%	100%	Mensual	Responsable SGI
Cumplimiento legal	Procedimiento de identificación de requisitos legales	Nº de requisitos legales identificados y evaluados	Parcial	100% actualizados	Trimestral	Dirección
Atención al cliente	Procedimientos de PQRS (Petición, Queja, Reclamo, Sugerencia)	promedio de respuesta a reclamos (días)	10 días	≤ 5 días	Trimestral	Dirección - Área de Extensión
Gestión comercial	Procedimiento de gestión de mercadeo	Nº servicios prestados y/o contratos legalizados	0	≥ 2	Trimestral	coordinador de Laboratorios - Área de Extensión
Gestión del talento humano	Procedimiento de selección y contratación	% de procesos de selección con matriz de competencias	80%	100%	Trimestral	Dirección - Área Administrativa
Gestión del talento humano	Elaboración del Manual de Funciones y Cargos	% de cargos con funciones definidas	50%	100%	Trimestral	Responsable SGI
Desarrollo del personal	Procedimiento de entrenamiento y capacitación	% de cumplimiento del plan anual de capacitación	60%	≥ 90%	Trimestral	Responsable SGI
Infraestructura	Procedimiento de mantenimiento correctivo	Tiempo promedio de respuesta a fallas críticas	7 días	≤ 2 días	Mensual	coordinador de Laboratorios
Infraestructura	Procedimiento de mantenimiento preventivo	% de mantenimientos realizados según cronograma	60%	≥ 95%	Mensual	coordinador de Laboratorios

12. Conclusiones

- Se pudo observar en el diagnóstico realizado, que el Laboratorio GIT cumple con varios de los criterios de los requisitos establecidos en la norma ISO/IEC 17025, cuenta con la infraestructura y la competencia técnica del personal, este análisis evidenció falencias en la gestión documental, la falta de implementación de procedimientos, control de registros, procesos que no se ejecutan de acuerdo con los requisitos normativos y la necesidad de fortalecer el sistema de Calidad.
- En cuanto a la Gestión documental, se logró la actualización de las hojas de vida de los equipos, el diligenciamiento de formatos como el del control de humedad y temperatura del Laboratorio, con la elaboración de los manuales de funciones y procedimientos se logró definir responsabilidades, funciones, estandarizar procesos y así evitar duplicidad de trabajo o responsabilidades.
- Con la elaboración de los procedimientos para los mantenimientos preventivos y correctivos, en el cual se describieron los pasos necesarios para solicitar los mantenimientos a los equipos, con el fin de optimizar tiempo en cuanto a los trámites administrativos.
- Se logró describir los pasos para seleccionar y contratar personal acorde a las necesidades específicas del cargo y a las necesidades generales de la organización, por medio del cumplimiento de los requisitos establecidos en el perfil del cargo y en la solicitud de personal, información contemplada en el procedimiento P.GIT. GR.09 selección de personal, elaborado en el proceso de mejora.
- Las capacitaciones impartidas al personal durante el proceso de mejoramiento, conforme a los requisitos de la norma ISO/IEC 17025, logró afianzar la competencia técnica del Laboratorio, con el fin de ofrecer resultados válidos, confiables y acordes con las expectativas de los clientes

y organismos de acreditación en un futuro, además que la capacitación continua fortalece al personal para aplicar criterios de calidad en la validez de los resultados y un referente confiable y consolida su compromiso con la mejora continua y la calidad

- Se logró recopilar y organizar la información con la que contaba el laboratorio, la cual se centralizó en un equipo de cómputo y en un archivo dispuesto solo para el área de calidad.

13. Recomendaciones

- Continuar con el compromiso y dedicación demostrado por el personal del Laboratorio, en el proceso del plan de mejoramiento del Sistema de Gestión de la Calidad.
- Implementar un programa de capacitación continua la interpretación de la norma ISO/IEC 17025 y el cálculo de incertidumbre de la medición.
- Se debe continuar con las mediciones de las condiciones ambientales (como temperatura, humedad, vibraciones), con el fin de cuidar el Tomógrafo y demás instrumentos del laboratorio.
- Adecuar un área de recepción de muestras, para que sea más identificable.
- Diligenciar las hojas de vida de los equipos adquiridos y ubicarlos cerca a los equipos.
- Evitar la rotación de personal, para que no afectar el proceso.
- Implementar una cultura de revisión a los manuales y procedimientos cuando se realicen las pruebas.
- Establecer los programas de mantenimientos preventivos y correctivos a los equipos e instrumentos con laboratorios acreditados garantizar la trazabilidad metrológica
- Se recomienda dar continuidad al cumplimiento de los procesos y procedimientos establecidos bajo los lineamientos normativos, con el fin que, en las auditorías internas y externas, obtengan excelentes resultados y con esto muy probablemente se logra la acreditación tan esperada por el Grupo y su laboratorio GIT.

Referencias bibliográficas

- Agencia Nacional De Hidrocarburos. (2010). *Sector Colombiano del Petróleo y el Gas*. Obtenido de <https://www.anh.gov.co/es/hidrocarburos/oportunidades-disponibles/procesosde-seleccion/ronda-colombia-2010/anh/sector-colombiano-del-petr%C3%B3leo-y-el-gas/#:~:text=La%20industria%20petrolera%20colombiana%20es,de%20valor%20de%20la%20industria.>
- Cazau, P. (2006). *Introducción a la investigación en ciencias sociales*. Buenos Aires: Tercera Edición.
- Colombia Travel. (s.f.). *Santander, un territorio lleno de gente incansable que preserva el legado de su tierra y ancestros*. Obtenido de <https://regions.colombia.travel/andes-orientales-colombianos/santander>
- CPIP. (2021). *Calificación del sector: catálogo de cualificaciones extracción de petróleo y gas*. Bogotá: CPIP. Obtenido de https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/2022-04/caracterizacion-sector-petroleo.pdf
- EITI Colombia . (2017). *Hidrocarburos*. Obtenido de <https://www.eiticolombia.gov.co/es/informes-eiti/informe-2077/entidades-gobierno/hidrocarburos/>
- Espitia, Ó., Yuri, M., & Arguello, H. (2016). Tomografía computarizada: proceso de adquisición, tecnología y estado actual. *Revista Tecnura*, 20(47), 119-135. Obtenido de <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/Tecnura/article/view/10088/11161>
- Glossary, E. (s.f.). *Energy Glossary en Español*. Obtenido de https://glossary.slb.com/es/terms/f/formation_damage

ICONTEC. (2017). *Norma Técnica Colombiana NTC-ISO/IEC 17025*.

INNOVA+. (30 de junio de 2021). *Caracterización Petrofísica de rocas mediante tomografía computarizada*. Obtenido de <https://innovamas.nakasawaresources.com/tomografia-computarizada-para-la-caracterizacion-petrofisica-de-rocas/>

ISO.ORG. (2015). *ISO 9001:2015 Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos*. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>

Jaimes, D. (2020). *PLAN OPERATIVO PARA LA FUNCIÓN DE EXTENSIÓN DE LA Escuela de ingeniería de petróleos de la universidad industrial de santander para la vigencia 2020*. [Trabajo de grado de Maestría en Ingeniería de Petróleo]: Universidad Industrial de Santander. Obtenido de <https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/219269b9-4587-4210-b804-0c0b47348bc4/content>

León, C., Menéndez, A., Rodríguez, I., López, B. G., & Fernández, S. (2018). Importancia de un sistema de gestión de la calidad en la Universidad de Ciencias Médicas. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 22(6), 843-857. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/amc/v22n6/1025-0255-amc-22-06-843.pdf>

Mayorga, F. (2017). La industria petrolera en Colombia. *Credencial Historia*(151). Obtenido de <https://www.banrepcultural.org/biblioteca-virtual/credencial-historia/numero-151/la-industria-petrolera-en-colombia>

Minenergía y BID. (2021). *Transición energética: un legado para el presente y el futuro de Colombia*. Bogotá Colombia: La Imprenta Editores S.A. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/documents/5856/TRANSICION_ENERGETICA_COLOMBIA_BID-MINENERGIA-2403.pdf

- Murrieta, Y. A., Ochoa, E., & Carballo, B. (2020). Reflexión crítica de los sistemas de gestión de calidad: ventajas y desventajas. *En-Contexto Revista de Investigación en Administración, Contabilidad, Economía y Sociada*, 8(12), 115-124. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=551865938006>
- NIOSH. (30 de junio de 2017). *Nanotecnología*. Obtenido de <https://www.cdc.gov/spanish/niosh/topics/nanotecnologia.html#:~:text=La%20nanotecnolog%C3%ADa%20es%20la%20manipulaci%C3%B3n,%2C%20energ%C3%ADa%2C%20materiales%20y%20fabricaci%C3%B3n>.
- Ortiz, A., Plata, J., Herrera, E., & Santos, N. (2015). Caracterización estática de rocas por medio de tomografía computarizada de rayos-X. *Fuentes: El reventón energético*, 13(1), 57-63. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6371142>
- Pillado, C. (2016). *Tecnologías para el corte, manipulación, preservación y análisis de núcleos en pozos petroleros*. [Tesis de Ingeniería de petróleos]: Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/9546/Tecnologias%20para%20el%20corte%2C%20manipualcion%2C%20preservacion%20y%20an%C3%A1lisis%20de%20n%C3%BAcleos%20en%20pozos%20petroleros..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pinzón, á. (2016). Aplicación de la tomografía computarizada al estudio de la estructura y la porosidad del suelo. *Suelos Ecuatoriales*, 43(1), 9-16.
- UIS. (2022). *Tomografía Computarizada para Caracterización de Yacimientos (GIT)*. <https://uis.edu.co/vie-gruinv-git-cm-es/>.
- UNIR. (18 de 05 de 2023). *¿Qué es un sistema de gestión de calidad y sus beneficios?* Obtenido de <https://mexico.unir.net/economia/noticias/que-es-sistema-gestion-calidad/>

Vargas, L., & Valle, C. (2012). Avances y aplicaciones en física de rocas para exploración de hidrocarburos. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 13(4), 439-450. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/iit/v13n4/v13n4a7.pdf>