

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

SEDE CONCEPCIÓN

**PROPUESTA DE MEJORA DE LOS LABORATORIOS DE RESISTENCIA
DE MATERIALES Y METALOGRAFÍA, UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA SEDE CONCEPCIÓN.**

Proyecto de Titulación para optar al Título de
Ingeniería en Mantenimiento Industrial.

Alumno:

Vicente Arcid Vargas Espinoza.

Profesor Guía:

Ing. Sr. Marcelo Quiroz Neira.

DEDICATORIA.

Agradecimiento:

Principalmente, agradezco a mi familia. A mi padre, por su apoyo incondicional en todo momento, y a mi madre, quien siempre está atenta a mis necesidades, brindándome consuelo y consejos cuando los necesito.

Agradezco también a mis amigos de la universidad, quienes hicieron mucho más grata mi experiencia universitaria. Los momentos que compartimos, tanto dentro como fuera de la universidad, permanecerán siempre en mi corazón.

Finalmente, expreso mi gratitud al personal de la universidad: profesores, auxiliares y el personal del casino, quienes siempre me atendieron con respeto y estuvieron dispuestos a ayudarme cuando lo necesité.

RESUMEN.

El presente proyecto tiene como objetivo desarrollar una propuesta de mejora para los laboratorios de Resistencia de Materiales y Metalografía de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM), sede Concepción, con el fin de optimizar su infraestructura, equipos y procedimientos, alineándolos a los requisitos de la norma NCh-ISO/IEC 17025:2017. Esta norma establece las pautas necesarias para garantizar la competencia técnica de los laboratorios de ensayo, y su implementación permitirá mejorar tanto la formación académica de los estudiantes como la capacidad de ofrecer servicios de ensayo a empresas externas.

El trabajo comienza con una evaluación exhaustiva de la situación actual de ambos laboratorios, analizando la infraestructura existente, los equipos disponibles, el personal capacitado y el cumplimiento de las normativas internacionales. A partir de esta evaluación, se proponen diversas acciones correctivas y mejoras, que incluyen la actualización y calibración de equipos, la reorganización de los espacios y la capacitación del personal técnico.

Este proyecto no solo busca cumplir con los estándares exigidos por la norma ISO, sino también optimizar los recursos disponibles, asegurando que los laboratorios puedan desempeñar su rol educativo y ofrecer servicios de alta calidad. La propuesta también busca establecer un sistema de gestión que garantice la calidad y la trazabilidad de los ensayos, contribuyendo al desarrollo de la investigación y la industria local.

Finalmente, el proyecto tiene un enfoque teórico, orientado a la viabilidad de las mejoras propuestas y alcanzar la certificación bajo la norma NCh-ISO/IEC 17025:2017.

ÍNDICE.

INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO GENERAL.	2
OBJETIVOS ESPECIFICOS.	2
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO.	3
1.1. FUNDAMENTOS DE LAS NORMATIVAS ISO.....	4
1.1.1. Principios Fundamentales de las Normativas ISO.....	4
1.1.2. Estructura y Aplicación de las Normativas ISO.	5
1.1.3. Beneficios de la Implementación de las Normativas ISO.	5
1.1.4. Reseña histórica.	5
1.2. NORMATIVAS IMPORTANTES.....	6
1.2.1. Norma ISO/IEC 17025:2017.	6
1.2.2. Norma ISO 9001:2015.....	7
1.2.3. Norma ISO 45001:2018.....	7
1.3. LABORATORIO Y APLICACIONES.....	7
1.3.1. Tipos de laboratorio.	8
1.3.1.1. Ensayos de materiales.....	8
1.3.1.2. Ensayos no destructivos. (END).....	9
1.3.1.3. Calibración.	9
1.4. ENSAYOS.....	10
1.4.1. Tipos de Ensayos.	11
1.4.1.1. Ensayos de tracción.	11
1.4.1.2. Ensayos de compresión.	11
1.4.1.3. Ensayos de flexión.....	12

1.4.1.5.	Dureza.....	12
CAPÍTULO 2: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.		14
2.1.	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.	15
2.2.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.	15
2.3.	UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA.	16
2.3.1.	Misión.	16
2.3.2.	Visión.	16
2.3.3.	Ubicación de la USM.....	17
2.3.4.	Carreras.	18
2.3.5.	Departamentos.	19
2.4.	LABORATORIOS.....	19
2.4.1.	Laboratorios de metalografía.	19
2.4.2.	Equipos de Metalografía.	20
2.4.2.1.	Cortadora metalográfica MECATOME T260.....	20
2.4.2.2.	Prensa de montaje MECAPRESS 3.	25
2.4.2.3.	Pulidora metalográfica MiniTech 233.....	27
2.4.2.4.	Microscopio metalográfico XDS-3MET, OPTIKA.	29
2.4.3.	Laboratorios de Resistencia de los materiales.	30
2.4.3.1.	Equipos presentes.	31
2.4.3.2.	Durómetro digital Rockwell ZHR.	31
2.4.3.3.	Durómetro multiescala Wolpert, dia testor 2 RC.	33
2.4.3.4.	Durómetro Wilson Rockwell 4JR.	34
2.4.3.5.	Maquina universal de ensayos MetroTec HMS/30.	36
2.4.3.6.	Péndulo Charpy JB-300B.	38
2.4.3.7.	Equipos que no se utilizan.	40

2.4.3.8.	Equipo de muestra.	42
2.5.	ANTECEDENTES DEL PROYECTO.	42
2.6.	IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	43
2.6.1.	Análisis FODA.....	43
2.6.2.	Árbol de problemas.....	50
2.6.4.	Conclusión del análisis.	52
CAPÍTULO 3: DISEÑO Y SOLUCIÓN.....		53
3.1.	IDENTIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS.....	54
3.2.	FACTOR 1: REQUISITOS GENERALES.....	54
3.2.1.	Imparcialidad.	54
3.2.1.1.	Gestión de las actividades del laboratorio.	55
3.2.1.2.	Compromiso de la dirección del laboratorio.	55
3.2.1.3.	Evaluación continua de riesgos para la imparcialidad.....	55
3.2.1.4.	Transparencia y gestión de conflictos.	55
3.2.2.	Confidencialidad.....	56
3.2.2.1.	Gestión de la información confidencial.....	56
3.2.2.2.	Acuerdos de confidencialidad.	56
3.2.2.3.	Excepciones a la confidencialidad.....	56
3.2.2.4.	Confidencialidad de la fuente de información.....	57
3.2.2.5.	Protección de la información del cliente.	57
3.2.3.	Propuesta de acciones.	57
3.2.3.1.	Acciones necesarias para garantizar la imparcialidad.	57
3.2.3.2.	Acciones necesarias para garantizar la confidencialidad.	59
3.2.3.3.	Resumen mediante tabla.....	60
3.3.	FACTOR 2: REQUISITOS A LA ESTRUCTURA.....	61

3.3.1.	Entidad legal.	61
3.3.2.	Identifica el personal de la dirección.	61
3.3.3.	El laboratorio debe:	62
3.3.4.	Propuesta de acciones.	62
3.3.4.1.	Acciones para la entidad legal.	62
3.3.4.2.	Acciones para Identificar el personal de la dirección.	62
3.3.4.3.	Resumen mediante tabla.	63
3.3.5.	Estructura del personal.	63
3.3.6.	Responsabilidad y actividades del personal.	64
3.3.7.	Procedimientos operacionales (P.O).	65
3.3.7.1.	P.O del Microscopio Metalográfico XDS-3MET, OPTIKA.	65
3.3.7.2.	P.O de la Cortadora Metalográfica MECATOME T260.	67
3.3.7.3.	P.O de la Prensa de Montaje MECAPRESS 3.	69
3.3.7.4.	P.O de la Pulidora Metalográfica MiniTech 233.	71
3.3.7.5.	P.O Durómetro Multiescala Wolpert, dia testor 2 RC.	73
3.3.7.6.	P.O de la Maquina Universal de Ensayos MetroTec HMS/30.	75
3.4.	FACTOR 3: REQUISITOS A LOS RECURSOS.	77
3.4.1.	Personal.	77
3.4.2.	Instalaciones y Condiciones Ambientales.	78
3.4.3.	Equipamiento.	78
3.4.4.	Materiales y Consumibles.	79
3.4.5.	Propuesta de acciones.	79
3.4.5.1.	Personal.	79
3.4.5.2.	Instalaciones y Condiciones Ambientales.	80
3.4.5.3.	Layout de los laboratorios.	81

3.4.5.4.	Equipamiento.....	82
3.4.5.5.	Conclusión de la tabla.	83
3.4.5.6.	Materiales y Consumibles.	84
3.5.	FACTOR 4: REQUISITOS DEL PROCESO.....	85
3.5.1.	Revisión de Solicitudes, Ofertas y Contratos.	85
3.5.2.	Manejo de Ítems de Ensayo.	86
3.5.3.	Registro.....	86
3.5.4.	Diagrama del proceso.	87
3.6.	FACTOR 5: REQUISITOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN.	88
3.6.1.	Control de documentación.	88
3.6.2.	Gestión de Riesgos y Oportunidades.	89
3.6.3.	Mejora Continua.	89
3.6.4.	Resumen mediante tabla.	90
	CPÍTULO 4: EVALUCIÓN Y TECNICA Y ECONOMICA.....	91
4.1.	EVALUACIÓN TÉCNICA.....	92
4.1.1.	Productividad de los laboratorios.....	92
4.1.2.	Beneficios obtenidos por la propuesta.	93
4.1.2.1.	Mejora en la Infraestructura.	93
4.1.2.2.	Mejora de Equipos y Tecnología.....	93
4.1.2.3.	Personal capacitado.	93
4.1.2.4.	Cumplimiento con las Normas ISO.....	94
4.1.2.5.	Optimización de Procedimientos.....	94
4.1.2.6.	Sostenibilidad y Seguridad.	94
4.1.2.7.	Mayor Capacidad de Prestación de Servicios Externos.	94
4.1.2.8.	Tabla comparativa.	95

4.2.	EVALUACIÓN ECONÓMICA.	96
4.2.1.	Costo de calibración de los equipos.	96
4.2.2.	Costo de RR.HH.	97
4.2.3.	Costos de insumos.	98
4.2.4.	Costo de control ambiental.	99
4.2.5.	Costo total.	100
4.3.	CONCLUSIONES.	101
	BIBLIOGRAFÍA.	102
	LINKOGRAFÍA.	103
	ANEXOS.	104
Anexo 1	Portada de la norma NCh-ISO/IEC 17025:2017.	104
Anexo 2	Portada de la norma ISO 45001.	105
Anexo 3	Portada de la norma ISO 9001.	106
Anexo 4	Layout de la planta nivel 1 edificio B.	107
Anexo 5	Informe de resultados Laboratorio de Materiales Departamento de Mecánica	
UTFSM	108	

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 2-1: Vista satelital USM, sede Concepción.....	17
Figura 2-2: Cortadora metalográfica MECATOME T260.....	21
Figura 2-3: Modo de corte ExiCut.....	22
Figura 2-4: Modo de corte AxioCut.	23
Figura 2-5: Modo de corte rotativo y oscilatorio.....	24
Figura 2-6: Prensa de montaje MECAPRESS 3.....	25
Figura 2-7: Pulidora metalográfica MiniTech 233.	27
Figura 2-8: Microscopio metalográfico XDS-3MET, OPTIKA.....	29
Figura 2-9: Durómetro digital Rockwell ZHR.	31
Figura 2-10: Placa de identificación del Durómetro digital Rockwell ZHR.....	32
Figura 2-11: Durómetro multiescala Wolpert, dia testor 2 RC.....	33
Figura 2-12: Placa de identificación del Durómetro multiescala Wolpert, dia testor 2 RC.	34
Figura 2-13: Durómetro Wilson Rockwell 4JR.....	35
Figura 2-14: Placa de identificación del Durómetro Wilson Rockwell 4JR.....	35
Figura 2-15: Maquina universal de ensayos MetroTec HMS/30.....	37
Figura 2-16: Placa de identificación de la Maquina universal de ensayos MetroTec HMS/30.	37
Figura 2-17: Péndulo Charpy JB-300B.	39
Figura 2-18: Placa de identificación del Péndulo Charpy JB-300B.....	40
Figura 2-19: Tensómetro Hounsfield.....	41
Figura 2-20: Análisis FODA.....	44
Figura 2-21: IFAS.....	45
Figura 2-22: EFAS.....	46
Figura 2-23: SFAS.....	47

Figura 2-24: Grafica de Pareto, debilidades.	48
Figura 2-25: Grafica de Pareto, Fortalezas.	48
Figura 2-26: Grafica de Pareto, Oportunidades.	49
Figura 2-27: Grafica de Pareto, Amenazas.	49
Figura 2-28: Estrategias.	50
Figura 2-29: Árbol de problemas.	51
Figura 3-1: Jerarquía del personal.	63
Figura 3-2: Layout de los laboratorios.	81
Figura 3-3: Gestión de procesos.	87

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 2-1: Niveles de impacto y problemas en el árbol de problemas.	51
Tabla 3-1: Acciones para la Imparcialidad y confidencialidad.....	60
Tabla 3-2: Acciones para la entidad legal y el personal de la directiva.....	63
Tabla 3-3: Responsabilidades y actividades del personal.....	64
Tabla 3-4: Requisitos para el técnico.....	80
Tabla 3-5: Estado de la empresa y proveedores de los equipos.....	82
Tabla 3-6: Insumos necesarios para el funcionamiento de los equipos.....	84
Tabla 3-7: Sistema de gestión.....	90
Tabla 3-6: Comparación entre la situación actual y futura.	95
Tabla 4-1: Costos de calibración.	96
Tabla 4-2: Costos de RR.HH.	97
Tabla 4-3: Costos de consumibles.	99
Tabla 4-4: Costos de control ambiental.	99
Tabla 4-5: Costos Total.	100

INTRODUCCIÓN.

La constante evolución tecnológica y las exigencias del mercado global han impulsado a las instituciones educativas a mantenerse a la vanguardia, particularmente en áreas tan críticas como la ingeniería y el mantenimiento industrial. En este contexto, la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM), sede Concepción, ha identificado la necesidad de optimizar sus laboratorios de Resistencia de Materiales y Metalografía, espacios fundamentales para la formación de futuros profesionales en ingeniería.

Los laboratorios de ensayo son elementos clave en la educación y en la investigación aplicada, ya que permiten la evaluación de materiales y componentes bajo condiciones controladas, contribuyendo al desarrollo de proyectos industriales y científicos. Sin embargo, los laboratorios de la UTFSM Sede Concepción presentan desafíos significativos en cuanto a infraestructura, equipamiento y personal capacitado, los cuales dificultan su desempeño y limitan el cumplimiento de los estándares internacionales.

El presente proyecto tiene como objetivo desarrollar una propuesta de mejora para los mencionados laboratorios, con el fin de alinearlos a los requisitos de la norma NCh-ISO/IEC 17025:2017, que establece las pautas necesarias para la competencia técnica de los laboratorios de ensayo. Esta propuesta incluye la evaluación de la situación actual de los equipos, la infraestructura y los procedimientos operativos, así como la definición de acciones específicas para optimizar estos aspectos, garantizando un entorno de trabajo seguro, eficiente y de alta calidad.

A través de esta propuesta, se busca no solo cumplir con los estándares normativos, sino también mejorar la capacidad operativa de los laboratorios para brindar servicios de ensayo a empresas externas, generando valor tanto para la universidad como para la industria local. Este proyecto de titulación, que se enmarca en el ámbito de la ingeniería en mantenimiento industrial, contribuirá a la formación de profesionales altamente capacitados y preparados para enfrentar los desafíos de un mercado cada vez más exigente.

OBJETIVO GENERAL.

Desarrollar una propuesta de mejora para los laboratorios Resistencia de Materiales y Metalografía de la Universidad Técnica Federico Santa María, Sede Concepción, tomando como base la norma NCh-ISO/IEC 17025:2017.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Evaluar la situación actual de ambos laboratorios, en términos de equipos, personal capacitado e infraestructura, de acuerdo con los parámetros establecidos por la norma NCh-ISO/IEC 17025:2017.
- Proponer un conjunto de acciones enfocadas en lograr la certificación de los laboratorios de resistencia de materiales y metalografía, conforme a los requisitos establecidos por la norma NCh-ISO/IEC 17025:2017.
- Elaborar procedimientos operativos básicos para los equipos disponibles.
- Realizar evaluación técnica y económica

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO.

1.1. FUNDAMENTOS DE LAS NORMATIVAS ISO.

Introduce las bases conceptuales de las normativas ISO, destacando su importancia en Las normativas ISO (Organización Internacional de Normalización) son estándares internacionales que buscan establecer requisitos y directrices claras para asegurar la calidad, la seguridad, la eficiencia y la sostenibilidad en diversos sectores industriales y de servicios. Estas normativas son fundamentales en el ámbito de la ingeniería y el mantenimiento industrial, ya que proporcionan un marco común para mejorar los procesos y garantizar la conformidad con las mejores prácticas internacionales.

1.1.1. Principios Fundamentales de las Normativas ISO.

Las normativas ISO se basan en una serie de principios fundamentales que permiten a las organizaciones alcanzar una gestión efectiva. Uno de los principios más destacados es el enfoque basado en procesos. Esto significa que se consideran todos los elementos de un sistema (entradas, actividades y salidas) para identificar, medir y mejorar cada proceso en el ciclo de producción o servicio. Además, se subraya la importancia de la mejora continua, en la que las organizaciones deben monitorear constantemente sus procesos y realizar ajustes para aumentar la eficiencia y reducir errores.

Otro principio clave es el enfoque centrado en el cliente, que promueve que las organizaciones adapten sus servicios y productos a las necesidades y expectativas de sus clientes. Las normativas ISO, especialmente las relacionadas con la gestión de calidad como la ISO 9001, requieren que las organizaciones se comprometan con la satisfacción del cliente y la entrega de productos que cumplan con los requisitos establecidos.

1.1.2. Estructura y Aplicación de las Normativas ISO.

Cada normativa ISO tiene una estructura clara y definida que incluye secciones clave, como la gestión de la calidad, la auditoría interna y la documentación requerida. Esto asegura que las organizaciones tengan un control claro sobre sus procesos y mantengan registros detallados de las decisiones, resultados y acciones. La implementación de estas normativas no solo busca la mejora de los procesos internos, sino también la certificación que demuestre que la organización cumple con los estándares internacionales establecidos.

1.1.3. Beneficios de la Implementación de las Normativas ISO.

La adopción de normativas ISO ofrece una serie de beneficios tangibles para las organizaciones. Entre ellos se encuentran la mejora de la eficiencia operativa a través de la estandarización de procesos, la reducción de riesgos, el aumento de la competitividad en el mercado global y la acreditación internacional, que es cada vez más solicitada por clientes y socios comerciales. Además, las normativas ISO fomentan una cultura organizacional de calidad y de compromiso con la mejora continua, lo que puede conducir a una mayor satisfacción del cliente y una reducción de costos operativos.

1.1.4. Reseña histórica.

La Organización Internacional de Normalización (ISO) se fundó en 1947 con el objetivo de desarrollar estándares internacionales que unificaran las prácticas comerciales y mejoraran la calidad de los productos y servicios a nivel global. Su creación fue impulsada por la necesidad de establecer un sistema común de normas que facilitaran el comercio internacional y promovieran la seguridad y eficiencia en diversas industrias. En sus primeros años, la ISO se centró en las normas para la industria manufacturera, pero con el tiempo expandió su alcance a otros sectores, incluyendo la tecnología, la salud y el medio ambiente.

A lo largo de las décadas, la ISO ha ido adaptándose a los cambios en la industria y las necesidades del mercado global. En 1987, la publicación de la ISO 9001, una norma para la gestión de calidad marcó un hito en la estandarización, convirtiéndose en una de las más conocidas y adoptadas en todo el mundo. Esta norma introdujo el concepto de sistemas de gestión de calidad y estableció las bases para la implementación de procesos de mejora continua en organizaciones de todos los tamaños.

Desde entonces, la ISO ha seguido evolucionando y ampliando su portafolio de normas para abarcar nuevas áreas, como la gestión ambiental (ISO 14001), la seguridad en el trabajo (ISO 45001) y la gestión de activos (ISO 55001). Hoy en día, la ISO cuenta con más de 23,000 normas que cubren una amplia gama de industrias y sectores, y sigue desempeñando un papel clave en la mejora de la calidad, la seguridad y la sostenibilidad a nivel mundial.

1.2. NORMATIVAS IMPORTANTES.

1.2.1. Norma ISO/IEC 17025:2017.

La ISO/IEC 17025:2017 es una norma internacional que establece los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. Su objetivo es asegurar que los laboratorios operen con altos estándares de calidad, proporcionando resultados técnicos confiables y precisos. La norma abarca dos áreas principales: la gestión del laboratorio y los requisitos técnicos para la realización de ensayos y calibraciones. Incluye criterios para el control de calidad, la trazabilidad de las mediciones, la competencia del personal, la calibración y mantenimiento de los equipos, y la validación de los métodos de prueba. Además, establece que los laboratorios deben realizar auditorías internas y revisar su desempeño de manera continua para garantizar la mejora de sus procesos y servicios.

1.2.2. Norma ISO 9001:2015.

La ISO 9001:2015 es una norma internacional que establece los requisitos para implementar un sistema de gestión de la calidad (SGC) en una organización. Su objetivo principal es asegurar que las organizaciones ofrezcan productos y servicios que cumplan consistentemente con los requisitos del cliente y las normativas aplicables, promoviendo la mejora continua y la satisfacción del cliente. La norma se basa en varios principios clave, como el enfoque en el cliente, la gestión por procesos, la mejora continua, la toma de decisiones basada en la evidencia y el liderazgo. Además, pone énfasis en la necesidad de involucrar a todo el personal en la gestión de la calidad y establece requisitos para la auditoría interna, la evaluación de riesgos y la mejora de la eficiencia operativa.

1.2.3. Norma ISO 45001:2018.

La ISO 45001:2018 es una norma internacional que especifica los requisitos para un sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo (SST), con el objetivo de mejorar la seguridad laboral, reducir los riesgos de accidentes y enfermedades ocupacionales, y crear un entorno de trabajo más seguro y saludable. Esta norma promueve un enfoque proactivo para identificar peligros, evaluar riesgos y establecer medidas preventivas, involucrando a la alta dirección y a los empleados en el proceso. También establece requisitos para la planificación, implementación, control y mejora continua del sistema de gestión, así como para el cumplimiento de las normativas legales aplicables y la promoción del bienestar de los trabajadores.

1.3. LABORATORIO Y APLICACIONES.

Los laboratorios son instalaciones especializadas donde se realizan investigaciones, ensayos, pruebas y experimentos con el objetivo de obtener resultados técnicos precisos en diversas

disciplinas. Estos espacios están equipados con instrumentos y equipos específicos para llevar a cabo actividades de análisis, calibración y control de calidad. Los laboratorios pueden estar dedicados a áreas como la biología, la química, la física, la ingeniería, la medicina, entre otras, y su funcionamiento está regulado por normativas internacionales como la ISO/IEC 17025, que garantiza la competencia técnica y la fiabilidad de los resultados obtenidos.

Las aplicaciones de los laboratorios son vastas y esenciales en múltiples sectores industriales y científicos. En la industria manufacturera, los laboratorios se utilizan para realizar ensayos de materiales, calibración de equipos y pruebas de productos, asegurando que cumplan con los estándares de calidad y seguridad. En el ámbito médico, los laboratorios son fundamentales para realizar análisis clínicos y diagnósticos que permiten el tratamiento adecuado de enfermedades. Además, en el sector ambiental, los laboratorios juegan un papel crucial en el análisis de la calidad del aire, el agua y los suelos, ayudando a garantizar el cumplimiento de las normativas ambientales. En general, los laboratorios son pilares para el desarrollo tecnológico, la innovación y la mejora de procesos en diversos campos.

1.3.1. Tipos de laboratorio.

1.3.1.1. Ensayos de materiales.

El laboratorio de materiales es un espacio especializado donde se realizan pruebas para analizar las propiedades físicas, mecánicas y químicas de diferentes tipos de materiales. Estos laboratorios son esenciales para evaluar la calidad, resistencia y durabilidad de materiales como metales, plásticos, cerámicas y compuestos, con el fin de garantizar que sean aptos para su uso en diversas aplicaciones industriales. Los ensayos realizados pueden incluir pruebas de tracción, compresión, dureza, fatiga y resistencia al impacto, entre otros, lo que permite detectar posibles defectos o fallos antes de la producción en serie o la aplicación final.

Estos laboratorios juegan un papel clave en la investigación, desarrollo y control de calidad de productos, especialmente en industrias como la automotriz, la aeronáutica, la construcción

y la energía. Gracias a las pruebas realizadas en estos laboratorios, las organizaciones pueden asegurarse de que los materiales cumplan con los requisitos técnicos y de seguridad exigidos por las normativas nacionales e internacionales.

1.3.1.2. Ensayos no destructivos. (END).

El laboratorio de ensayos no destructivos (END) es un espacio especializado en la evaluación de materiales y componentes sin alterarlos o dañarlos. Mediante técnicas avanzadas, se pueden detectar defectos internos o superficiales, como grietas, corrosión o inclusiones, sin comprometer la integridad de los objetos evaluados. Los ensayos más comunes incluyen ultrasonidos, radiografía, inspección magnética, termografía y líquidos penetrantes, que se aplican según las características del material y los requisitos específicos de cada industria.

Estos laboratorios son fundamentales en sectores como la aeronáutica, la automotriz, la energía y la construcción, ya que permiten realizar inspecciones periódicas y preventivas sin interrumpir la operatividad de los equipos o estructuras. Los ensayos no destructivos ayudan a garantizar la seguridad, la fiabilidad y el rendimiento de los productos, al tiempo que optimizan los procesos de mantenimiento y reducen riesgos de fallos catastróficos.

1.3.1.3. Calibración.

El laboratorio de calibración es un espacio especializado donde se verifican, ajustan y certifican los instrumentos y equipos de medición para garantizar su precisión y confiabilidad. Estos laboratorios utilizan patrones de referencia trazables a estándares internacionales para realizar los ajustes necesarios a los equipos, asegurando que las mediciones realizadas sean exactas y estén dentro de los márgenes de error permitidos. Los equipos más comunes que se calibran incluyen termómetros, manómetros, medidores de

flujo, balanzas, y equipos eléctricos, entre otros, utilizados en diversas industrias como la manufactura, la automotriz, la energética y la farmacéutica.

Los laboratorios de calibración desempeñan un papel crucial en el control de calidad y la conformidad con normativas internacionales como la ISO/IEC 17025, que establece los requisitos para la competencia técnica de los laboratorios. La calibración regular de los instrumentos no solo garantiza la precisión de las mediciones, sino que también mejora la eficiencia de los procesos y la seguridad de los productos finales. Además, ayuda a las empresas a cumplir con los requisitos de calidad y normativos, evitando errores costosos y asegurando que los productos o servicios entregados cumplan con los estándares de calidad requeridos.

1.4. ENSAYOS.

Los ensayos son procedimientos técnicos utilizados para evaluar las propiedades, características o el rendimiento de materiales, componentes o sistemas mediante la realización de pruebas controladas. Estos pueden ser de tipo destructivo, donde el objeto probado se destruye o altera para obtener datos, o no destructivo, donde se examinan los materiales sin dañarlos. Los ensayos permiten verificar la calidad, seguridad y conformidad de los productos con las normativas y estándares establecidos, y se utilizan en diversos campos como la ingeniería, la construcción, la energía, la aeronáutica y la automotriz.

Los ensayos son fundamentales para garantizar que los productos o sistemas funcionen correctamente bajo condiciones específicas. A través de ellos, se pueden identificar defectos, medir la resistencia, durabilidad, fiabilidad o cualquier otra propiedad importante de los materiales. Dependiendo del tipo de ensayo, se emplean técnicas avanzadas, como la tracción, compresión, impacto, dureza, entre otras. Además, los ensayos proporcionan datos clave para la investigación, el desarrollo de nuevos productos y la mejora continua de los procesos de fabricación.

1.4.1. Tipos de Ensayos.

1.4.1.1. Ensayos de tracción.

El ensayo de tracción es una prueba mecánica utilizada para determinar la resistencia y el comportamiento de un material cuando se somete a fuerzas de estiramiento o tensión. En este ensayo, una muestra del material, generalmente en forma de barra o probeta, se sujeta a una máquina de tracción que aplica una carga de manera gradual hasta que el material se rompe o alcanza su límite de deformación. Durante el proceso, se miden parámetros clave como la fuerza aplicada, la elongación, el alargamiento y la reducción de área en el punto de fractura.

Este ensayo es fundamental para evaluar propiedades mecánicas como la resistencia a la tracción, que indica la máxima carga que el material puede soportar antes de fracturarse, y la ductilidad, que refleja la capacidad del material para estirarse sin romperse. El ensayo de tracción es utilizado en una amplia variedad de materiales, como metales, plásticos y compuestos,

1.4.1.2. Ensayos de compresión.

El ensayo de compresión es una prueba mecánica utilizada para evaluar el comportamiento de un material cuando se somete a fuerzas que tienden a comprimirlo o aplastarlo. En este ensayo, una muestra del material, generalmente en forma de cilindro o cubo, es colocada en una máquina de compresión que aplica una carga progresiva en dirección axial, es decir, en el mismo eje que la muestra, hasta que el material se deforma o fractura. Durante la prueba, se mide la carga aplicada y la deformación resultante, permitiendo determinar su resistencia a la compresión.

Este tipo de ensayo es crucial para evaluar materiales que estarán sometidos a fuerzas de compresión durante su uso, como concreto, cerámica, madera o plásticos. La resistencia a la compresión es una propiedad fundamental para materiales utilizados en estructuras de construcción, donde la capacidad de soportar cargas sin deformarse permanentemente es esencial para la seguridad.

1.4.1.3. Ensayos de flexión.

El ensayo de flexión es una prueba mecánica utilizada para determinar la capacidad de un material para resistir esfuerzos de flexión o curvado bajo una carga aplicada. En este ensayo, una muestra del material, generalmente en forma de viga o barra, se coloca sobre dos puntos de apoyo y se somete a una carga central. La carga genera una deformación en el material, que se curva hasta que alcanza un punto de fractura o se deforma de manera permanente. Durante el ensayo, se mide la carga aplicada y la deflexión resultante, lo que permite calcular la resistencia a la flexión del material.

Este ensayo es particularmente relevante para materiales que estarán sujetos a esfuerzos de flexión en su uso, como los metales, maderas, plásticos y cerámicas en aplicaciones estructurales. El módulo de flexión y la resistencia a la flexión son propiedades clave que indican la capacidad de un material para soportar esfuerzos sin romperse ni deformarse de manera irreversible.

1.4.1.5. Dureza.

El ensayo de dureza es una prueba utilizada para medir la resistencia de un material a la deformación plástica, generalmente mediante la penetración de una punta o bola de material duro sobre su superficie. Durante el ensayo, se aplica una carga específica sobre la punta de

indentación, y se mide el tamaño o la profundidad de la huella dejada por la penetración. Existen diferentes métodos para realizar este ensayo, como el ensayo Rockwell, Brinell, Vickers y Knoop, cada uno adecuado para diferentes tipos de materiales y aplicaciones.

Este ensayo es fundamental para evaluar la capacidad de un material para resistir el desgaste, la abrasión y la deformación bajo cargas aplicadas. La dureza es una propiedad importante en materiales que se utilizarán en condiciones de fricción o contacto constante, como en piezas de maquinaria, herramientas y componentes de vehículos.

CAPÍTULO 2: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

2.1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto está principalmente influenciado por ser un tema esencial en la industria. Los laboratorios de ensayos desempeñan un rol primordial en múltiples áreas de la ingeniería y la manufactura, asegurando que los materiales y componentes cumplan con los estándares de calidad y seguridad necesarios, evitando riesgos o fallas que podrían tener consecuencias graves.

Otro aspecto importante a considerar es la implementación y el cumplimiento de las normas ISO, las cuales son esenciales para un ingeniero que debe conocerlas y saber aplicarlas. Dado que estas normas están en constante actualización, es fundamental llevar un seguimiento continuo para asegurar que la industria alcance estándares más altos de calidad, seguridad y eficiencia.

Se espera que este documento sea de utilidad para futuros ingenieros e ingenieras de la carrera, brindándoles una referencia valiosa al momento de abordar las normas ISO, cuya aplicación es de suma importancia dentro de la industria.

2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

El Departamento de Mecánica de la Universidad Técnica Federico Santa María solicitó desarrollar una propuesta de mejora para sus dos laboratorios: Resistencia de Materiales y Metalografía. La intención es optimizar el funcionamiento de estos laboratorios y sus respectivos equipos disponibles, con el objetivo de que puedan realizar ensayos y ofrecer servicios a empresas externas.

Este documento se enfoca en la elaboración de dicha propuesta, evaluando tanto la infraestructura como los equipos de los laboratorios mencionados, en cumplimiento de normas como la NCh-ISO/IEC 17025:2017.

2.3. UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA.

La Universidad Técnica Federico Santa María, conocida por sus siglas UTFSM o más comúnmente USM, es una universidad tradicional privada chilena. Forma parte del Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas, la Agrupación de Universidades Regionales de Chile, la Red Universitaria Cruz del Sur y la Red Universitaria G9.

Su casa central está ubicada en Valparaíso, y además cuenta con otros campus en Santiago de Chile (Vitacura y San Joaquín). Adicionalmente, dispone de dos sedes: una en Viña del Mar y otra en Concepción. La universidad imparte exclusivamente carreras científicas y tecnológicas.

2.3.1. Misión.

Formar personas de manera integral y profesional, en un ecosistema de creación y difusión de conocimiento, innovación, emprendimiento, transferencia e impacto, contribuyendo a la solución de problemas relevantes y complejos en un ámbito científico-tecnológico, y promoviendo el desarrollo sostenible del país y de la sociedad.

Realizamos esta labor como una institución de educación superior con vocación pública, excelencia e inclusividad, que fortalece su quehacer, su comunidad y su integración con el entorno a través del diálogo, la tolerancia, el respeto a la diversidad y el debate de alto nivel, preservando la voluntad testamentaria de don Federico Santa María Carrera.

2.3.2. Visión.

Ser un referente científico-tecnológico, tanto a nivel nacional como internacional, que integre una comunidad universitaria de excelencia y estimule la generación y difusión de conocimiento, así como la creación de valor, con el propósito de impactar significativamente

en el desarrollo de la sociedad. Aspiramos a constituirnos en una universidad de clase mundial, líder en ingeniería, ciencia y tecnología.

2.3.3. Ubicación de la USM.

Este documento se enfocará en la Universidad Técnica Federico Santa María (USM) de la sede Concepción, ubicada en Arteaga Alemparte 943, Hualpén, Región del Biobío.



Figura 2-1: Vista satelital USM, sede Concepción.

Fuente: Google Maps.

2.3.4. Carreras.

La Universidad Técnica Federico Santa María (USM), Sede Concepción, ofrece una sólida formación para los futuros profesionales del país en el ámbito tecnológico y científico, con un enfoque en la calidad educativa, el compromiso con la investigación aplicada y el desarrollo profesional en diversas ramas de la ingeniería. Cabe destacar que la USM proporciona una amplia oferta de programas en las áreas de ingeniería y tecnología, tales como:

- Ingeniería en Biotecnología
- Ingeniería en Mantenimiento Industrial
- Ingeniería en Informática
- Ingeniería en Prevención de Riesgos Laborales y Ambientales
- Técnico Universitario en Administración de Empresas
- Técnico Universitario en Dibujo Projectista
- Técnico Universitario en Automatización y Control
- Técnico Universitario en Biotecnología
- Técnico Universitario en Ciencia de Datos
- Técnico Universitario en Construcción
- Técnico Universitario en Control del Medio Ambiente
- Técnico Universitario en Electricidad
- Técnico Universitario en Electrónica
- Técnico Universitario en Informática
- Técnico Universitario en Mantenimiento Industrial
- Técnico Universitario en Mecánica Automotriz
- Técnico Universitario en Mecánica Industrial
- Técnico Universitario en Telecomunicaciones y Redes
- Técnico Universitario en Robótica y Mecatrónica
- Técnico Universitario en Química Industrial

2.3.5. Departamentos.

Cada carrera en la sede cuenta con espacios designados tanto para la formación teórica como para la educación práctica de sus futuros profesionales. Estos incluyen aulas para la enseñanza teórica y talleres orientados al desarrollo de habilidades prácticas. Además, cada taller dispone de laboratorios donde se realizan pruebas, simulaciones y ensayos, fundamentales para garantizar una formación integral en los estudiantes.

2.4. LABORATORIOS.

2.4.1. Laboratorios de metalografía.

Los laboratorios de metalografía examinan las propiedades estructurales de los metales para comprender su composición, resistencia, dureza y otras características relevantes. Este análisis permite identificar defectos internos, evaluar la calidad del material y determinar su estructura posterior a un tratamiento térmico o mecánico. Además, estos estudios garantizan la calidad y seguridad de los materiales metálicos utilizados en diversos procesos y productos industriales.

Sin embargo, el laboratorio de metalografía de la USM enfrenta condiciones que requieren mejoras. El espacio asignado para el estudio de materiales metálicos no solo se encuentra inactivo, sino que también se ha convertido en un almacén para equipos empleados anteriormente en ensayos de metalografía y otros dispositivos relacionados.

2.4.2. Equipos de Metalografía.

2.4.2.1. Cortadora metalográfica MECATOME T260.

Las cortadoras metalográficas son herramientas esenciales en la metalografía, utilizadas para seccionar muestras de materiales metálicos con fines de análisis. Su función principal es obtener cortes transversales exactos de los materiales, los cuales pueden examinarse posteriormente mediante microscopios metalográficos. Estas herramientas están diseñadas para realizar cortes con alta precisión y uniformidad, minimizando cualquier deformación que pueda alterar las propiedades del material.

Existen tanto cortadoras manuales como automáticas, utilizadas en diversas aplicaciones dentro de la metalurgia y la fabricación de materiales. Su papel en la preparación de muestras es crucial, ya que permite analizar la estructura, composición y propiedades mecánicas de los materiales mediante secciones transversales observadas microscópicamente.

En conclusión, las cortadoras metalográficas son instrumentos indispensables en los procesos de metalografía. Estas herramientas permiten obtener secciones transversales detalladas y uniformes que facilitan una evaluación rigurosa de materiales metálicos, asegurando resultados confiables y precisos en los análisis de laboratorio.

Funcionamiento de la Cortadora metalográfica MECATOME T260.

Para realizar el proceso, primero se debe colocar la barra o pieza de material en las prensas de la cortadora, asegurándose de que las mordazas estén correctamente ajustadas. Luego, es necesario verificar que el lubricante fluya adecuadamente sobre la zona de contacto entre el disco y la pieza, evitando el recalentamiento y facilitando el corte.

A continuación, se debe bajar lentamente la palanca que dirige el disco hasta realizar una pequeña incisión en la pieza, levantándolo brevemente para permitir que el lubricante penetre en la incisión. Finalmente, el corte debe efectuarse a una velocidad constante, evitando daños

térmicos y minimizando la aparición de rayones, asegurando que estos sean uniformes para facilitar el proceso de lijado posterior.



Figura 2-2: Cortadora metalográfica MECATOME T260.

Fuente: www.testekndt.net.

Factores importantes.

Antes de iniciar el proceso de corte, es necesario considerar diversos factores para garantizar un corte rápido, preciso y eficiente.

Tamaño de la pieza.

El tamaño de la pieza determina la elección de la máquina de corte, ya que esta debe permitir que la pieza se ajuste adecuadamente en la cámara de corte y que el diámetro del disco sea adecuado para realizar el corte de manera efectiva.

Elegir el disco de corte adecuado.

La selección del tipo de disco y las revoluciones por minuto (RPM) debe ajustarse según el material a cortar. Para materiales duros, se recomienda utilizar un disco blando con una RPM baja, generalmente entre 1500 y 3000. Por el contrario, para materiales blandos, se emplea un disco duro con una RPM más elevada, en un rango de 3000 a 4500. Para optimizar el proceso de corte, es fundamental ajustar tanto la velocidad de avance como la velocidad de rotación, considerando las propiedades específicas del material.

Modo de corte.

El corte directo es el método de corte más utilizado, en el cual el disco incide directamente sobre la pieza. No obstante, existen otros métodos de corte, cada uno con ventajas específicas, tales como:

ExiCut.

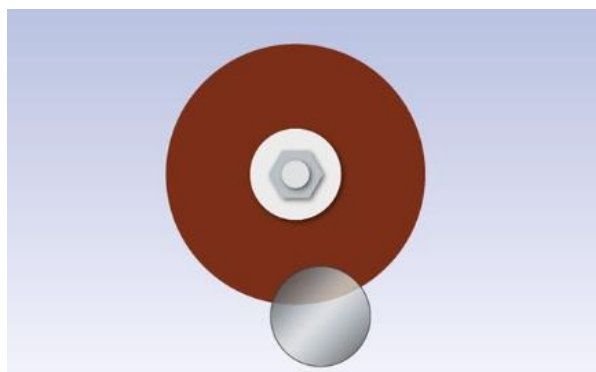


Figura 2-3: Modo de corte ExiCut.

Fuente: www.struers.com.

Es apropiado para materiales duros, ya que permite un corte más rápido, mejora la refrigeración durante el proceso, reduce el riesgo de daños en la pieza y disminuye los trabajos requeridos después del corte.

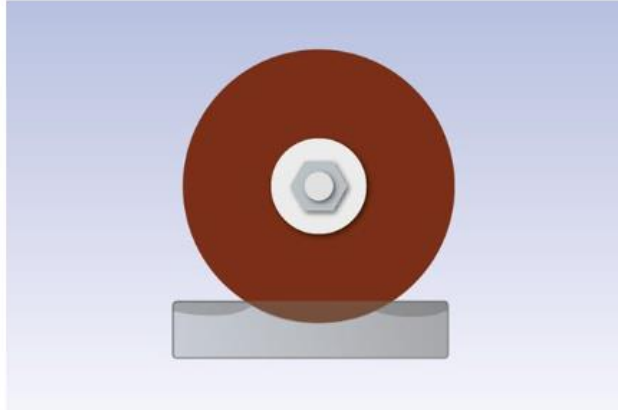
AxioCut.

Figura 2-4: Modo de corte AxioCut.

Fuente: www.struers.com.

El método AxioCut es ideal para piezas de gran tamaño, ya que ofrece una capacidad de corte adicional de 150 mm, permitiendo seccionar materiales más profundos. Este modo de corte facilita el trabajo con piezas voluminosas de manera eficiente.

Corte rotativo y corte oscilatorio.

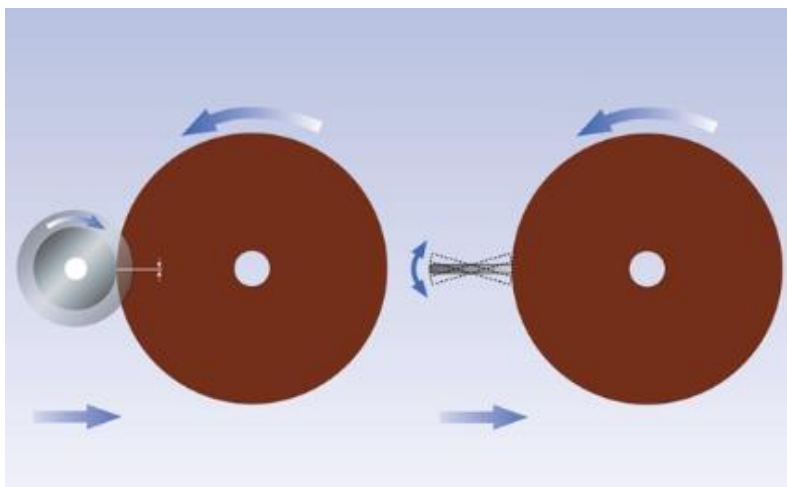


Figura 2-5: Modo de corte rotativo y oscilatorio.

Fuente: www.struers.com.

Adecuado para cortar materiales de máxima dureza.

Condiciones actuales.

Máquina que se encuentra operativa pero que producto del tiempo que ha transcurrido necesita mantenimiento, ya que se encuentra sucia, con prensas pegadas, estanque de “refrigerante” (antibacterial) sucio, montada en un soporte metálico soldado muy grande y no se aprovecha bien el espacio. Fue probada en vacío por lo que se requiere hacer nuevamente las pruebas con líquido refrigerante, para realizar el circuito completo. Por otro lado, todos los insumos se encuentran vencidos (Líquido antibacterial, discos de cortes: S, MNF y A), pero están aptos para realizar pruebas de mantenimiento.

2.4.2.2. Prensa de montaje MECAPRESS 3.

Las prensas de montaje son herramientas esenciales en la industria manufacturera, empleadas principalmente en la preparación de muestras de alta calidad para análisis microscópicos. También se utilizan en actividades de investigación y desarrollo, pruebas de materiales y control de calidad. Estas máquinas preparan muestras metalográficas para su observación mediante microscopía, utilizando calor y presión para incrustar la muestra en resina, lo que facilita los procesos de corte, esmerilado y pulido.

Una prensa de montaje típica consta de varios componentes, como una unidad de calentamiento, una unidad de enfriamiento, una unidad de presión y un conjunto de molde. La unidad de calentamiento lleva la resina a su punto de fusión, mientras que la unidad de enfriamiento solidifica la resina alrededor de la muestra a una temperatura adecuada. Por su parte, la unidad de presión aplica la fuerza necesaria para unir firmemente la muestra y la resina, asegurando una incrustación uniforme.



Figura 2-6: Prensa de montaje MECAPRESS 3.

Fuente: www.testekndt.net.

Funcionamiento.

En primer lugar, es necesario preparar la muestra para su inclusión en la prensa de montaje. Esto implica limpiarla, secarla y, si es necesario, pulirla antes de colocarla en el conjunto del molde. Luego, se selecciona el tipo de resina adecuada y se introduce en la prensa de montaje. Una vez abierta la prensa, la probeta se coloca cuidadosamente en el molde, se cierra y se inicia el proceso.

Durante este procedimiento, la resina se calienta en la unidad de calentamiento hasta alcanzar su punto de fusión, normalmente entre 100 °C y 200 °C. Una vez fundida, se distribuye uniformemente en el molde que contiene la probeta. La unidad de presión aplica una fuerza de entre 20 y 30 MPa, asegurando una incrustación uniforme en la resina.

Posteriormente, la unidad de enfriamiento se activa para solidificar la resina alrededor de la muestra. Este proceso, con una duración de 5 a 15 minutos según el tipo de resina, permite que el material se estabilice y se adhiera correctamente. Finalmente, una vez solidificada la resina, se abre el molde y se extrae la muestra, la cual queda lista para las etapas siguientes de corte, esmerilado y pulido.

Condiciones actuales.

Máquina que por el momento no se puede determinar si se encuentra operativa ya que falta su compresor, y cable que conecta a la corriente. Por otro lado, esta máquina necesita de conexiones de agua (entrada y salida) y no fue posible ver si encendía. Respecto a los insumos, estos se encuentran todos vencidos, (20 kg de resina fenólica negra y 2 kg de resina fenólica verde). También es necesario disponer de una llave Allen para abrir una pequeña tapa cuando se realiza el cambio de molde. Cuando esté operativa se debe calibrar.

2.4.2.3. Pulidora metalográfica MiniTech 233.

Las pulidoras metalográficas son herramientas clave en la metalografía, utilizadas para obtener superficies planas, lisas y pulidas en muestras de materiales metálicos, facilitando su posterior análisis. Estas herramientas eliminan imperfecciones y capas superficiales, generando una superficie homogénea adecuada para el examen metalográfico.

Son ampliamente utilizadas en la investigación de materiales, el control de calidad y la producción de componentes en la metalurgia y la fabricación de materiales. Pueden ser manuales o automáticas y cuentan con opciones ajustables de velocidad, presión y tipos de abrasivos, lo que las hace adaptables a distintos materiales y aplicaciones.

El uso de pulidoras metalográficas es indispensable en la preparación de muestras, ya que permite obtener superficies óptimas para el análisis metalográfico mediante microscopios, facilitando la determinación de la estructura, composición y propiedades mecánicas del material.

En conclusión, las pulidoras metalográficas son herramientas esenciales en la preparación de materiales metálicos. Su uso asegura superficies homogéneas y adecuadas para análisis precisos y confiables.



Figura 2-7: Pulidora metalográfica MiniTech 233.

Fuente: www.testekndt.net.

Funcionamiento.

Existen diversos métodos para realizar el pulido, tanto de forma manual, empleando productos específicos, como de manera mecánica. Las máquinas pulidoras varían según su diseño y aplicación: hay modelos para pisos, trabajos manuales y materiales como madera, metal, piedra e incluso hielo.

El proceso de pulido tiene como objetivo obtener una superficie lisa, brillante y con porosidad mínima, destacando al máximo la estructura y las características del material.

Tras la etapa de corte de la probeta o su paso por el proceso de montaje, se procede al desbaste. Este paso puede realizarse en una pulidora, si el modelo lo permite, o mediante otros métodos. Durante el desbaste, se eliminan las marcas generadas en el corte utilizando discos abrasivos de grano progresivamente más fino. Este proceso debe realizarse con un flujo constante de agua para eliminar residuos del abrasivo anterior y evitar el sobrecalentamiento de la probeta.

El pulido final se realiza con paños especiales y abrasivos como polvo de diamante o alúmina. El polvo de diamante se aplica con un aceite especial que facilita su lubricación, mientras que la alúmina se utiliza con agua. Durante esta etapa, se remueve una mínima cantidad de material para eliminar todas las marcas restantes. El pulido se considera concluido cuando la superficie de la probeta adquiere una apariencia de espejo perfecto, lista para el análisis metalográfico.

Condiciones actuales.

Máquina que por el momento no se puede determinar si se encuentra operativa ya que falta el cable que conecta a la corriente por lo que no fue posible determinar si encendía. Por otro lado, esta máquina necesita una conexión de agua y otra donde se puedan eliminar residuos (partículas de polvo metálico, agua, alúmina) Respecto a los insumos, estos se encuentran todos vencidos tanto discos de pulir como el polvo de Óxido de aluminio (alúmina de 0,01,

0,4 y 1 micras) y no se encontraron lijas de distintos gramajes. A simple vista necesita mantención, limpieza adecuada, y calibración.

2.4.2.4. Microscopio metalográfico XDS-3MET, OPTIKA.

Un microscopio es una herramienta fundamental que permite explorar estructuras invisibles a simple vista al ampliar imágenes miles de veces, revelando detalles que no serían perceptibles de otro modo.

El microscopio metalográfico, en particular, está diseñado para examinar la estructura interna de metales y aleaciones. Este equipo permite observar la microestructura y analizar la composición química de los materiales, proporcionando información crucial tanto de la superficie como de las capas internas de las muestras metálicas. Estas observaciones son indispensables en los campos de la metalografía y la ciencia de los materiales.



Figura 2-8: Microscopio metalográfico XDS-3MET, OPTIKA.

Fuente: www.testekndt.net.

Funcionamiento.

Cuando se obtiene una probeta tras el proceso de pulido, una observación directa de la muestra puede no aportar información relevante. Por ello, es necesario someter la probeta a un ataque químico. Este proceso consiste en aplicar un reactivo específico, seguido de un lavado con agua, una limpieza con alcohol y, finalmente, el secado con aire.

Tras completar este procedimiento, la muestra está lista para ser observada al microscopio. Con la iluminación y los filtros adecuados, es posible obtener información más detallada que con una observación sin ataque químico.

Condiciones actuales.

El equipo se encuentra operativo, enciende sin problemas, se debe realizar limpieza de lentes y del equipo. No se pudo probar en un computador para capturar imágenes, pero por inspección visual el microscopio entrega imágenes sin problemas.

2.4.3. Laboratorios de Resistencia de los materiales.

El laboratorio de resistencia de materiales es un espacio destinado al estudio de las propiedades mecánicas de los materiales mediante pruebas y experimentos. A través de ensayos estandarizados, se analiza su comportamiento bajo fuerzas como tracción, compresión, flexión, torsión e impacto, con el objetivo de determinar características clave, como la ductilidad, dureza y el límite elástico, entre otras.

La USM cuenta con un laboratorio de resistencia de materiales que proporciona a los estudiantes de mecánica un entorno práctico para experimentar y analizar cómo diferentes materiales responden a diversas cargas. Este espacio ofrece una amplia gama de ensayos, incluyendo pruebas de tracción, compresión, flexión e impacto, permitiendo a los alumnos

comprender en profundidad las propiedades mecánicas y la resistencia de los materiales bajo condiciones reales de esfuerzo.

2.4.3.1. Equipos presentes.

2.4.3.2. Durómetro digital Rockwell ZHR.

Los durómetros Rockwell de ZwickRoell son adecuados tanto para los métodos clásicos Rockwell y Super Rockwell en metales como para la medición de profundidad en plásticos, incluyendo el ensayo de penetración con bola.

El durómetro Rockwell mide la diferencia en la profundidad de penetración residual causada por el indentador. A mayor profundidad de penetración bajo una fuerza de ensayo especificada, menor será la dureza del material evaluado.



Figura 2-9: Durómetro digital Rockwell ZHR.

Fuente: Fotografía.



Figura 2-10: Placa de identificación del Durómetro digital Rockwell ZHR.

Fuente: Fotografía.

Funcionamiento.

Un durómetro Rockwell utiliza un indentador de diamante en forma de cono para penetrar en el material a evaluar. Primero, se aplica una precarga, seguida de una carga principal durante un periodo de tiempo predefinido. Al retirar la carga, se mide la profundidad de penetración residual, a partir de la cual se calcula el valor de dureza.

Condiciones actuales.

El equipo se encuentra operativo, enciende sin problemas, sin embargo, por el pasar del tiempo no se puede verificar o validar la precisión de sus ensayos, ya que no se tiene registro de cuando fue calibrada por última vez.

2.4.3.3. Durómetro multiescala Wolpert, dia testor 2 RC.

El durómetro multiescala Wolpert Dia Testor 2 RC es un equipo de ensayo de dureza que comparte aplicaciones similares con el durómetro Rockwell ZHR. Sin embargo, el Wolpert Dia Testor 2 RC permite realizar ensayos utilizando múltiples metodologías, incluidas Vickers, Brinell y Rockwell.

El ensayo de dureza Vickers (HVT) es aplicable a todos los materiales sólidos, incluidos los metálicos. Se calcula midiendo las longitudes de las diagonales generadas por la penetración de un indentador piramidal de diamante bajo una carga específica aplicada a la muestra. El tamaño de estas diagonales se mide mediante un sistema óptico, y la dureza se determina usando una tabla o fórmula.

Por otro lado, el ensayo de dureza Brinell (HBT) es ideal para muestras de mayor tamaño, especialmente aquellas con estructuras de grano grandes o irregulares. En este método, se emplea una bola de carburo de tungsteno que genera una huella más grande. El diámetro de esta penetración se mide ópticamente para calcular el valor de dureza.



Figura 2-11: Durómetro multiescala Wolpert, dia testor 2 RC.

Fuente: Fotografía.



Figura 2-12: Placa de identificación del Durómetro multiescala Wolpert, dia testor 2 RC.

Fuente: Fotografía.

Condiciones actuales.

El equipo se encuentra operativo, sin embargo, debido a la antigüedad del equipo no se puede verificar o validar la precisión de sus ensayos, ya que no se tiene registro de cuando fue calibrada por última vez.

2.4.3.4. Durómetro Wilson Rockwell 4JR.

El durómetro Wilson Rockwell 4JR es un instrumento diseñado para medir la dureza de materiales mediante el método Rockwell. Aunque comparte funciones con el durómetro digital Rockwell ZHR, presenta diferencias notables. El modelo Wilson Rockwell 4JR es considerablemente más antiguo, ya que fue fabricado entre 1945 y 1960, y carece de un sistema digital para la recopilación de datos.

A pesar de estas limitaciones, este modelo destaca por su alta precisión y su capacidad para realizar ensayos Rockwell en múltiples escalas, como A, B y C. Además, se caracteriza por su robustez y durabilidad, lo que lo convierte en una máquina confiable y versátil, capaz de llevar a cabo ensayos en materiales tanto duros como blandos.



Figura 2-13: Durómetro Wilson Rockwell 4JR.

Fuente: Fotografía.



Figura 2-14: Placa de identificación del Durómetro Wilson Rockwell 4JR.

Fuente: Fotografía.

Condiciones actuales.

El equipo se encuentra operativo, sin embargo, debido a la antigüedad del equipo no se puede verificar o validar la precisión de sus ensayos, ya que no se tiene registro de cuando fue calibrada por última vez.

2.4.3.5. Maquina universal de ensayos MetroTec HMS/30.

Las máquinas universales de ensayos son herramientas clave en la ingeniería de materiales y la industria manufacturera, ya que ofrecen una plataforma versátil y precisa para evaluar una amplia variedad de materiales bajo condiciones controladas. Estas máquinas, similares en apariencia a prensas industriales, están diseñadas para aplicar cargas específicas a los materiales sometidos a prueba. Esto permite realizar ensayos de tracción, compresión y flexión, con el objetivo de medir con precisión sus propiedades mecánicas y físicas.



Figura 2-15: Maquina universal de ensayos MetroTec HMS/30.

Fuente: Fotografia.



Figura 2-16: Placa de identificación de la Maquina universal de ensayos MetroTec HMS/30.

Fuente: Fotografia.

Funcionamiento.

Las máquinas universales de ensayos utilizan distintos dispositivos para aplicar fuerzas a los materiales sometidos a prueba. Entre los más comunes se encuentran las placas de compresión y las mordazas.

Las placas de compresión son superficies planas diseñadas para aplicar fuerzas uniformemente sobre materiales sólidos. Se colocan en la parte superior e inferior de la muestra, permitiendo una distribución homogénea de la carga necesaria para realizar los ensayos de compresión.

Por otro lado, las mordazas son esenciales para garantizar una sujeción firme de la muestra durante el ensayo. Pueden ser de diferentes tipos, como cónicas o laterales, adaptándose a la geometría específica de las muestras. Su operación puede realizarse manualmente, mediante tornillos, o de forma automatizada con sistemas hidráulicos, asegurando un agarre uniforme y seguro del material durante el procedimiento.

Condiciones actuales.

El equipo se encuentra operativo, sin embargo, debido a la antigüedad del equipo no se puede verificar o validar la precisión de sus ensayos, ya que no se tiene registro de cuándo fue calibrada por última vez.

2.4.3.6. Péndulo Charpy JB-300B.

El ensayo de flexión por impacto, según el método Charpy, es una técnica ampliamente utilizada para evaluar la capacidad de un material para absorber impactos bajo condiciones de carga dinámica. Este método es particularmente efectivo para analizar materiales de alta tenacidad, como el hierro, el acero y sus aleaciones.

El principio del ensayo consiste en golpear una probeta previamente preparada usando un péndulo de impacto Charpy. La probeta se coloca horizontalmente en la máquina, apoyada en ambos extremos, mientras el martillo del péndulo impacta en el centro, generando una fuerza que provoca la fractura del material. Este procedimiento clasifica al ensayo como un método destructivo, ya que la muestra se destruye durante la prueba.

No obstante, el péndulo Charpy JB-300B, ubicado en las instalaciones de la Universidad, está descalibrado debido a una manipulación inadecuada realizada por un estudiante durante el desarrollo experimental de su tesis. Esta intervención provocó una desconfiguración que compromete el correcto funcionamiento del equipo.



Figura 2-17: Péndulo Charpy JB-300B.

Fuente: Fotografía.

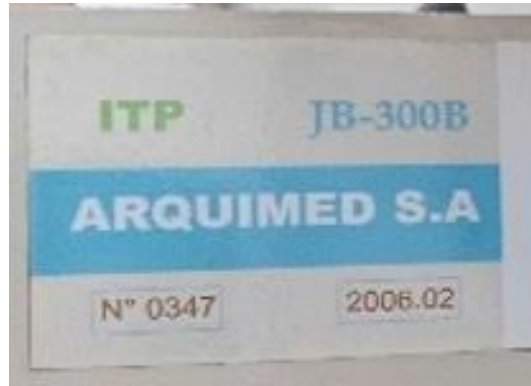


Figura 2-18: Placa de identificación del Péndulo Charpy JB-300B.

Fuente: Fotografía.

Condiciones actuales.

El equipo no funciona correctamente debido a una manipulación inadecuada por parte de un estudiante, quien lo utilizaba en el contexto de su proyecto de título.

2.4.3.7. Equipos que no se utilizan.

Tensómetro Hounsfield

El tensiómetro Hounsfield, un instrumento utilizado para realizar pruebas de tracción funciona montando la muestra de prueba en mandíbulas adecuadas. Luego, la muestra se estira al girar una manivela que acciona un tornillo sin fin. El extremo fijo de la muestra está conectado a una viga que se dobla ligeramente, lo que provoca que una columna de mercurio en el tubo capilar ascienda proporcionalmente a la fuerza de tracción aplicada.

El menisco del mercurio se sigue manualmente, trazando un gráfico en un tambor giratorio que representa la curva fuerza-extensión de la muestra. Este procedimiento genera una representación visual de la respuesta de la muestra a la tracción, proporcionando datos útiles para evaluar sus propiedades mecánicas.

Debido a que el tensiómetro Hounsfield contiene mercurio, un material tóxico que presenta riesgos para la salud y el medio ambiente, ha quedado fuera de uso. Según las normativas locales, los equipos con mercurio deben considerarse residuos peligrosos y ser gestionados por empresas especializadas para prevenir la contaminación. Se recomienda reemplazar este modelo por versiones modernas que no utilicen mercurio, garantizando mayor seguridad, precisión y cumplimiento de las regulaciones ambientales.



Figura 2-19: Tensiómetro Hounsfield.

Fuente: Fotografía.

Condiciones actuales.

Este equipo no está siendo utilizado, no por mal funcionamiento o falta de mantenimiento, sino porque el uso del Tensiómetro Hounsfield está prohibido. Esto se debe a que el equipo contiene mercurio, una sustancia peligrosa tanto para el medio ambiente como para los usuarios.

2.4.3.8. Equipo de muestra.

Banco de flexión.

Un banco de flexión es un equipo utilizado para realizar pruebas de flexión en materiales, con el objetivo de evaluar su comportamiento bajo cargas que producen deformación. Estas pruebas son fundamentales en la ingeniería de materiales, ya que permiten determinar las propiedades mecánicas de una sustancia.

Actualmente, este equipo no está operativo y se emplea únicamente como una muestra didáctica para la ilustración de los estudiantes.

2.5. ANTECEDENTES DEL PROYECTO.

Se realizó una investigación sobre los laboratorios de ensayos y las normativas que deben cumplir, evaluando el estado actual de los laboratorios de mediciones, resistencia de materiales y metalografía conforme a la norma NCh-ISO/IEC 17025:2017, con el objetivo de proponer mejoras.

A través de reuniones programadas con los profesores responsables de los laboratorios, se recopiló información detallada sobre la infraestructura y los equipos disponibles.

En la primera reunión, realizada con un profesor del departamento de mantenimiento, se discutieron los puntos clave del proyecto, incluyendo el estado actual de los equipos y las acciones necesarias para cumplir con la norma NCh-ISO/IEC 17025:2017. También se programó una segunda reunión con el profesor a cargo de los laboratorios de mediciones y resistencia de materiales.

Durante la segunda reunión, se centró la recopilación de información en la infraestructura y en el estado de los equipos disponibles, evaluados según los criterios de la norma.

La tercera reunión se llevó a cabo con el profesor a cargo del taller de metalografía. Al igual que en las reuniones anteriores, se recopiló información sobre la infraestructura y los equipos disponibles.

Con la información obtenida y tras una evaluación exhaustiva, se concluyó que tanto los equipos como la infraestructura no cumplen con los criterios establecidos en la norma NCh-ISO/IEC 17025:2017. Además, algunos equipos presentan deficiencias que limitan la realización de ensayos.

2.6. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.

2.6.1. Análisis FODA.

El análisis FODA permite evaluar la situación actual de los laboratorios en relación con los parámetros establecidos en la norma NCh-ISO/IEC 17025:2017, funcionando como una herramienta estratégica para identificar fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Este enfoque facilita la toma de decisiones estratégicas para optimizar la gestión, garantizar la competencia técnica y asegurar el cumplimiento de las normas internacionales.

	Fortalezas	Debilidades
Análisis Interno	<ul style="list-style-type: none"> • Los laboratorios cuentan con una infraestructura consolidada, como el laboratorio de metalografía y el laboratorio de resistencia de materiales. • Disponen de diversos equipos que permiten realizar una amplia variedad de ensayos. • Se cuenta con equipos modernos para la realización de ensayos, como la cortadora metalográfica, el microscopio metalográfico, la pulidora metalográfica y la prensa de montaje. 	<ul style="list-style-type: none"> • Algunos equipos, como el péndulo Charpy, se encuentran en mal estado o son modelos muy antiguos cuya calidad y precisión no han sido verificadas. • La infraestructura de los laboratorios es inadecuada; por ejemplo, el laboratorio de metalografía se utiliza como almacén, y el laboratorio de resistencia de materiales no cumple con los requisitos de la norma NCh-ISO/IEC 17025:2017. • Falta de personal capacitado para la ejecución de los ensayos, según lo establecido en la norma. • Ausencia de un sistema de gestión que asegure procedimientos consistentes y resultados trazables.
	Oportunidades	Amenazas
Análisis Externo	<ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de ofrecer servicios de ensayos a empresas externas, lo que permitiría generar ingresos adicionales para la universidad. • Modernización de equipos obsoletos o de bajo rendimiento. • Implementación de mejoras en los laboratorios para mejorar la experiencia formativa de los estudiantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • La competencia actual y futura es un desafío importante, ya que otras instituciones pueden contar con tecnología más avanzada o certificaciones previas en la norma NCh-ISO/IEC 17025:2017. • Falta de presupuesto para invertir en la modernización de equipos e infraestructura. • La presencia de equipos defectuosos o en mal estado representa un riesgo potencial para los usuarios.

Figura 2-20: Análisis FODA.

Fuente: Microsoft Excel.

IFAS.

FACTORES ESTRATÉGICOS INTERNOS		VALOR	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	COMENTARIOS
	1	2	3	4	5
FORTALEZAS					
S1	Los laboratorios cuentan con una infraestructura consolidada, como el laboratorio de metalografía y el laboratorio de resistencia de materiales.	0,15	3,5	0,525	
S2	Disponen de diversos equipos que permiten realizar una amplia variedad de ensayos.	0,20	2,5	0,500	
S3	Se cuenta con equipos modernos para la realización de ensayos, como la cortadora metalográfica, el microscopio metalográfico, la pulidora metalográfica y la prensa de montaje.	0,20	3,0	0,600	
S4				0,000	
S5				0,000	
S6				0,000	
S7				0,000	
S8				0,000	
DEBILIDADES					
D1	Algunos equipos, como el péndulo Charpy, se encuentran en mal estado o son modelos muy antiguos cuya calidad y precisión no han sido verificadas.	0,15	3,0	0,450	
D2	La infraestructura de los laboratorios es inadecuada; por ejemplo, el laboratorio de metalografía se utiliza como almacén, y el laboratorio de resistencia de materiales no cumple con los requisitos de la norma NCh-ISO/IEC 17025:2017.	0,15	2,0	0,300	
D3	Falta de personal capacitado para la ejecución de los ensayos, según lo establecido en la norma.	0,15	3,5	0,525	
D4				0,000	
D5				0,000	
D6				0,000	
D7				0,000	
D8				0,000	
Calificaciones totales		1,00		2,900	

Figura 2-21: IFAS.

Fuente: Microsoft Excel.

EFAS.

FACTORES ESTRATÉGICOS EXTERNOS	VALOR	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN PONDERADA	COMENTARIOS	
1	2	3	4	5	
OPORTUNIDADES					
O1	Posibilidad de ofrecer servicios de ensayos a empresas externas, lo que permitiría generar ingresos adicionales para la universidad.	0,20	1,0	0,200	
O2	Modernización de equipos obsoletos o de bajo rendimiento.	0,20	2,0	0,400	
O3	Implementación de mejoras en los laboratorios para mejorar la experiencia formativa de los estudiantes.	0,15	2,0	0,300	
O4				0,000	
O5				0,000	
O6				0,000	
O7				0,000	
O8				0,000	
AMENAZAS					
A1	La competencia actual y futura es un desafío importante, ya que otras instituciones pueden contar con tecnología más avanzada o certificaciones previas en la norma NCh-ISO/IEC 17025:2017.	0,15	2,0	0,300	
A2	Falta de presupuesto para invertir en la modernización de equipos e infraestructura.	0,20	3,0	0,600	
A3	La presencia de equipos defectuosos o en mal estado representa un riesgo potencial para los usuarios.	0,15	3,0	0,450	
A4				0,000	
A5				0,000	
A6				0,000	
A7				0,000	
Calificaciones totales		1,05		2,25	

Figura 2-22: EFAS.

Fuente: Microsoft Excel.

SFAS

FACTORES ESTRATÉGICOS (SELECCIONES LAS OPORTUNIDADES Y AMENAZAS MAS IMPORTANTES DE LOS EFAS Y LOS FACTORES MAS RELEVANTES DE LOS IFAS)		VALOR	CAL.	CAL. POND.	CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO	COMENTARIOS
	1	2	3	4				5
Fortalezas								
F2	Disponen de diversos equipos que permiten realizar una amplia variedad de ensayos.	0,15	3,4	0,51	X			
F3	Se cuenta con equipos modernos para la realización de ensayos, como la cortadora metalográfica, el microscopio metalográfico, la pulidora metalográfica y la prensa de montaje.	0,15	3	0,45	X			
Debilidades								
D1	Algunos equipos, como el péndulo Charpy, se encuentran en mal estado o son modelos muy antiguos cuya calidad y precisión no han sido verificadas.	0,1	2,5	0,25	X			
D3	Falta de personal capacitado para la ejecución de los ensayos, según lo establecido en la norma.	0,15	3,5	0,525		X		
Oportunidades								
O1	Posibilidad de ofrecer servicios de ensayos a empresas externas, lo que permitiría generar ingresos adicionales para la universidad.	0,1	2	0,2			X	
O2	Modernización de equipos obsoletos o de bajo rendimiento.	0,1	1	0,1			X	
Amenazas								
A2	Falta de presupuesto para invertir en la modernización de equipos e infraestructura.	0,15	4	0,6		X		
A3	La presencia de equipos defectuosos o en mal estado representa un riesgo potencial para los usuarios.	0,1	4	0,4	X			
Calificación total		1,00		3,035				

Figura 2-23: SFAS.

Fuente: Microsoft Excel.

Pareto.

Debilidad.

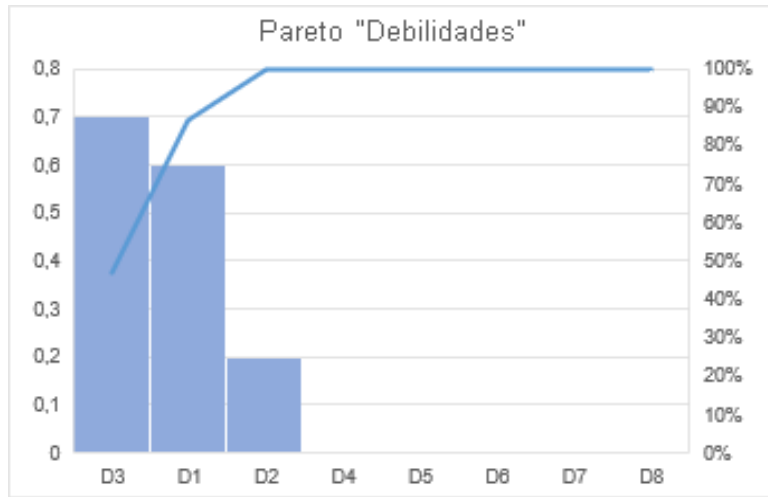


Figura 2-24: Grafica de Pareto, debilidades.

Fuente: Microsoft Excel.

Fortaleza.

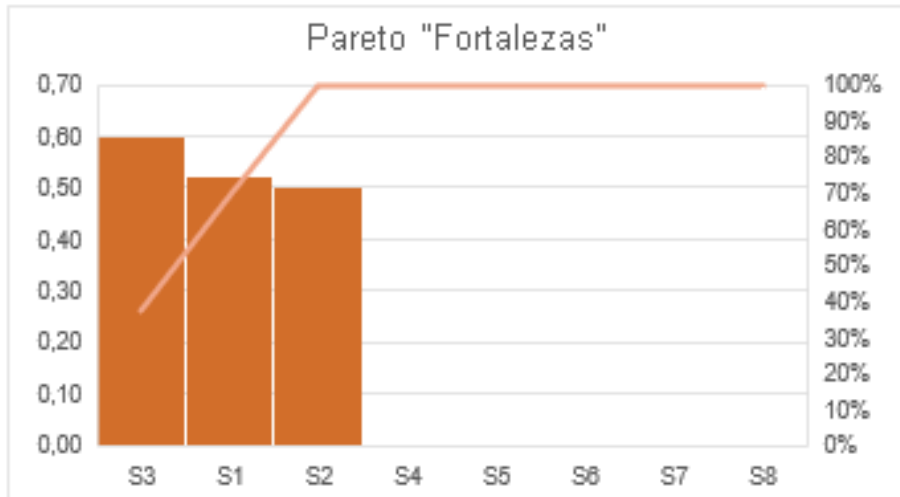


Figura 2-25: Grafica de Pareto, Fortalezas.

Fuente: Microsoft Excel.

Oportunidad.

Figura 2-26: Grafica de Pareto, Oportunidades.

Fuente: Microsoft Excel.

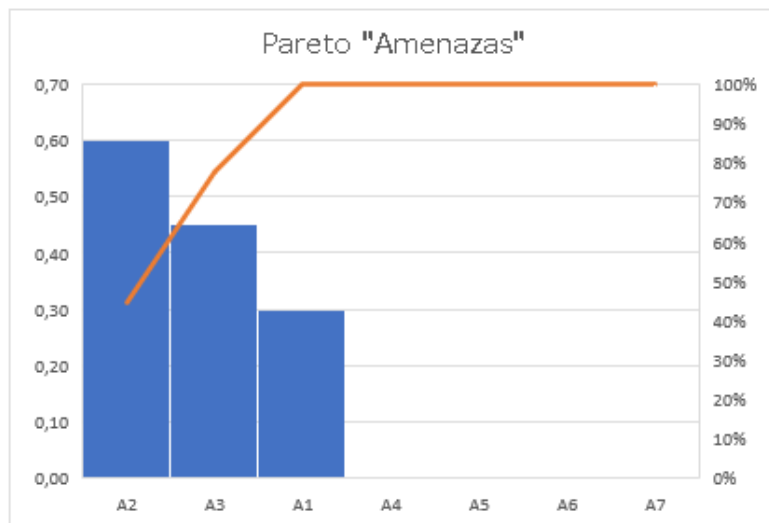
Amenazas.

Figura 2-27: Grafica de Pareto, Amenazas.

Fuente: Microsoft Excel.

Estrategias.

N°	Tipo	Combinación	Descripción
1	F-O	F2+O1	Contactar a la empresa fabricante de los equipos o buscar una empresa especializada en calibraciones que cuente con certificaciones reconocidas. Esto permitirá realizar la calibración y validación de los equipos, facilitando la prestación de servicios a empresas externas.
2	F-A	F3+A3	Realizar una evaluación de los equipos para identificar cuáles están funcionando correctamente y clasificarlos en dos grupos. 1. El primer grupo incluirá los equipos operativos, que serán calibrados y destinados a la prestación de servicios. 2. El segundo grupo estará conformado por equipos que no se considerarán aptos para prestar servicios, ya sea por encontrarse fuera de operación, no cumplir con las condiciones de seguridad u otros factores.
3	D-O	D1+O2	Los equipos que no están aptos para prestar servicios podrían ser reemplazados en el futuro mediante la adquisición de equipos modernos, lo que permitiría ampliar la variedad de ensayos disponibles.
4	D-A	D3+A2	Si se contrata a un técnico especializado con conocimientos en equipos de metalografía y en la realización de ensayos de dureza, tracción, compresión y flexión, será posible prestar servicios a empresas externas, lo que generará ingresos adicionales para la universidad.

Figura 2-28: Estrategias.

Fuente: Microsoft Excel.

2.6.2. Árbol de problemas.

Un árbol de problemas es una herramienta de análisis utilizada para analizar y organizar las causas y efectos de un problema específico, presentándolos de manera gráfica y jerárquica. Su propósito es comprender el problema y sus interrelaciones, lo que permite desarrollar estrategias más efectivas para su resolución.

Árbol de problemas.

Consecuencias.			Causas.		
Problemas.	Puntaje problemas.	Descripción.	Impacto.	Puntaje problemas.	Descripción.
Problemas leve.	1	Problemas que afecta de poca manera al sistema (fácil solución).	Impacto leve.	1	Impacto que afecta de poca manera al sistema (fácil solución).
Problemas medio.	5	Problemas que afecta medianamente al sistema (solución con dificultades).	Impacto medio.	5	Impacto que afecta medianamente al sistema (solución con dificultades).
Problemas severo.	10	Problemas que afecta gravemente al sistema (solución compleja).	Impacto severo.	10	Impacto que afecta gravemente al sistema (solución compleja).

Tabla 2-1: Niveles de impacto y problemas en el árbol de problemas.

Fuente: Microsoft Excel

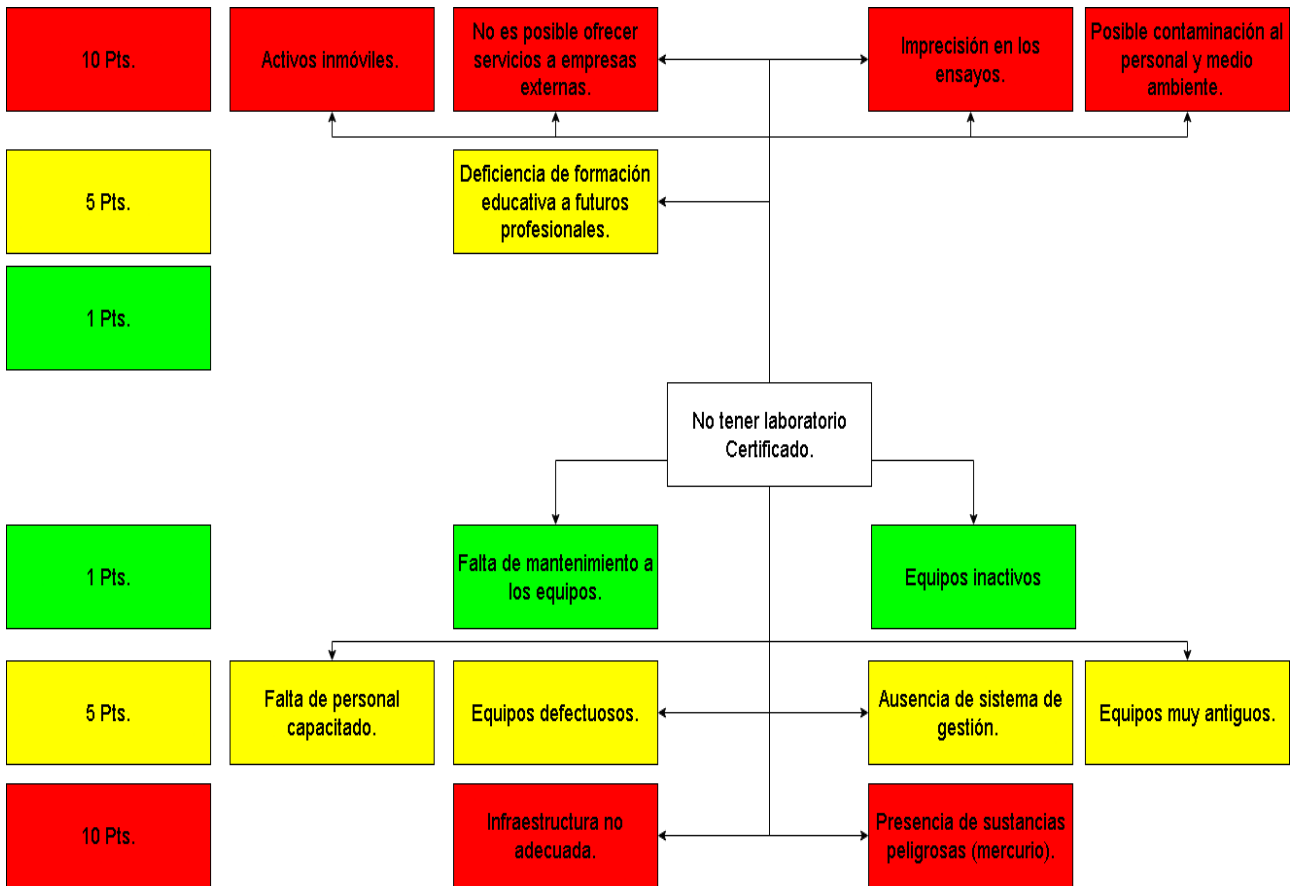


Figura 2-29: Árbol de problemas.

Fuente: <https://www.draw.io>.

2.6.4. Conclusión del análisis.

Los análisis evidencian que los laboratorios cuentan con una base sólida, incluidos equipos modernos y una infraestructura consolidada, lo que facilita la realización de diversos ensayos. Sin embargo, enfrentan limitaciones significativas, como equipos defectuosos, espacios inadecuados y falta de personal capacitado, lo que impide el cumplimiento de la norma NCh-ISO/IEC 17025:2017.

CAPÍTULO 3: DISEÑO Y SOLUCIÓN.

3.1. **IDENTIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS.**

Antes de realizar la lista de acciones para el cumplimiento de la norma NCh-ISO/IEC 17025:2017, se debe identificar y tener un claro conocimiento de todos los requisitos necesarios.

Para una mejor comprensión dividiremos la lista de requisitos en 5 factores principales.

- Factor 1: Requisitos generales.
- Factor 2: Requisitos a la estructura.
- Factor 3: Requisitos a los recursos.
- Factor 4: Requisitos del Proceso.
- Factor 5: Requisitos del sistema de Gestión.

Se describirá a detalle qué solicita cada uno de los factores y posteriormente se propondrá o sugerirá las acciones correspondientes a realizar para cumplir con las normas establecidas por la NCh-ISO/IEC 17025:2017

3.2. **FACTOR 1: REQUISITOS GENERALES.**

Establece los fundamentos básicos que aseguran que un laboratorio opere de manera coherente, objetiva y profesional. Este punto es esencial para la acreditación del laboratorio, ya que cubre aspectos cruciales de cómo debe gestionarse el comportamiento ético y el manejo de la información dentro del laboratorio.

3.2.1. **Imparcialidad.**

La imparcialidad es uno de los requisitos más importantes dentro de la norma porque garantiza que los resultados obtenidos por el laboratorio no estén influenciados por factores ajenos a la ciencia o la metodología de prueba.

3.2.1.1. Gestión de las actividades del laboratorio.

Las actividades del laboratorio deben llevarse a cabo de una manera objetiva y sin sesgos, asegurando que no haya influencias externas que afecten la calidad de los resultados.

3.2.1.2. Compromiso de la dirección del laboratorio.

La dirección del laboratorio debe estar comprometida con la imparcialidad y debe garantizar que no existan presiones comerciales, financieras o de otra índole que puedan comprometer la objetividad de los resultados. Además, el laboratorio debe contar con políticas y procedimientos para gestionar cualquier posible conflicto de interés que pueda surgir.

3.2.1.3. Evaluación continua de riesgos para la imparcialidad.

El laboratorio debe identificar y evaluar de manera continua los riesgos que puedan comprometer la imparcialidad. Esto incluye relaciones externas, como la propiedad, la gestión y la participación de terceros que puedan influir de forma inapropiada en las actividades del laboratorio. Si se identifican riesgos, se deben implementar acciones correctivas para eliminar o minimizar dichos riesgos.

3.2.1.4. Transparencia y gestión de conflictos.

En casos donde haya relaciones o situaciones que pongan en peligro la imparcialidad, el laboratorio debe demostrar cómo las ha gestionado o minimizado, garantizando que las relaciones no afecten negativamente el trabajo realizado.

3.2.2. Confidencialidad.

La confidencialidad es igualmente crucial para mantener la confianza en el laboratorio y garantizar que toda la información relacionada con las actividades del laboratorio sea manejada de manera responsable. Esto es especialmente relevante cuando se manejan datos sensibles de los clientes o de los ensayos realizados.

3.2.2.1. Gestión de la información confidencial.

El laboratorio debe ser responsable de la gestión de toda la información obtenida o generada durante las actividades del laboratorio. Esto incluye los resultados de los ensayos, así como cualquier información relacionada con los clientes.

3.2.2.2. Acuerdos de confidencialidad.

El laboratorio debe informar a los clientes sobre qué información se considera confidencial y qué parte se puede compartir, y debe asegurarse de que todos los empleados, contratistas o personas externas al laboratorio que manejan la información firmen acuerdos de confidencialidad.

3.2.2.3. Excepciones a la confidencialidad.

Existen algunas excepciones en las que el laboratorio puede ser requerido por la ley o por disposiciones contractuales para revelar información confidencial. En esos casos, el laboratorio debe notificar al cliente previamente, a menos que la ley lo prohíba.

3.2.2.4. Confidencialidad de la fuente de información.

Si el laboratorio obtiene información de una fuente externa que no es el cliente (por ejemplo, una queja de un tercero), esta también debe ser mantenida como confidencial. Esta información solo debe compartirse con el cliente cuando haya sido acordado previamente con la fuente de la información.

3.2.2.5. Protección de la información del cliente.

La información del cliente debe ser mantenida confidencial a menos que se acuerde lo contrario, y cualquier divulgación de información debe hacerse de acuerdo con la política de privacidad establecida por el laboratorio.

3.2.3. Propuesta de acciones.

3.2.3.1. Acciones necesarias para garantizar la imparcialidad.

1. Políticas de imparcialidad.

Establecer una política formal de imparcialidad que sea revisada por la alta dirección del laboratorio (el encargado de los laboratorios). Esta política debe describir cómo el laboratorio manejará cualquier posible conflicto de interés y garantizará la objetividad en todas las actividades. Debe asegurarse que todos los empleados del laboratorio sean conscientes de esta política y reciban formación sobre la importancia de la imparcialidad en su trabajo.

2. Evaluación continua de los riesgos.

Implementar un proceso sistemático de evaluación para identificar riesgos a la imparcialidad que puedan surgir de diferentes fuentes, como relaciones personales,

presiones comerciales o cualquier tipo de influencia externa. También documentar los riesgos identificados y realizar un seguimiento para asegurarse de que se gestionen de manera efectiva.

3. Identificación de conflictos de interés.

Establecer procedimientos para identificar y gestionar conflictos de interés dentro del laboratorio. Esto incluye tanto a los empleados como a las relaciones externas del laboratorio (clientes, proveedores, etc.). Crear un registro de conflictos de interés donde se documenten los casos identificados y las medidas tomadas para resolverlos o minimizarlos.

4. Compromiso de la dirección.

La alta dirección debe demostrar su compromiso con la imparcialidad a través de la asignación de recursos y la promoción de una cultura organizacional que valore la objetividad. Establecer un supervisor el cual debe verificar que las actividades se realizan de acuerdo con la política de imparcialidad y que no haya influencias externas que afecten los resultados.

5. Revisión periódica de la imparcialidad.

Realizar revisiones periódicas de los procesos y procedimientos del laboratorio para garantizar que se mantenga la imparcialidad en todas las fases del trabajo, incluyendo la toma de decisiones técnicas.

3.2.3.2. Acciones necesarias para garantizar la confidencialidad.

1. Política de confidencialidad.

El laboratorio debe desarrollar y documentar una política de confidencialidad que cubra la gestión de toda la información obtenida durante las actividades del laboratorio. La política debe incluir qué información se considera confidencial (resultados de ensayos, datos del cliente, procedimientos, etc.).

Procedimientos claros sobre cómo se manejará la información confidencial, incluyendo cómo se protegerá la información durante el almacenamiento, transmisión y eliminación.

2. Firmar acuerdos de confidencialidad.

Exigir que todo el personal, contratistas, subcontratistas y cualquier persona externa al laboratorio que tenga acceso a la información confidencial firme un acuerdo de confidencialidad. Estos acuerdos deben especificar que la información proporcionada por el laboratorio o sus clientes no será divulgada sin el consentimiento adecuado, salvo cuando lo requiera la ley.

3. Control de acceso a la información.

Limitar el acceso a la información confidencial solo a las personas que necesiten conocerla para realizar su trabajo. Implementar controles físicos y digitales para proteger la información confidencial (por ejemplo, sistemas de autenticación y autorización de acceso a bases de datos, registros, documentos, etc.).

4. Manejo de la información durante y después del proceso.

Establecer procedimientos claros para la manipulación, almacenamiento y destrucción de los documentos o datos confidenciales. Se debe asegurar que, cuando la información ya no sea necesaria, se destruya de manera segura (por ejemplo, mediante destrucción de documentos físicos o borrado seguro de datos electrónicos).

5. Notificación y autorización de divulgación.

Notificar al cliente siempre que la información confidencial deba ser divulgada a terceros, a menos que la ley lo prohíba. Esto incluye situaciones en las que el laboratorio esté obligado legalmente a divulgar información confidencial. Obtener el consentimiento explícito del cliente cuando sea necesario compartir información confidencial.

6. Capacitación sobre confidencialidad.

Capacitar a todos los empleados y colaboradores sobre la importancia de la confidencialidad y cómo deben manejar la información confidencial de acuerdo con la política establecida. Realizar formaciones regulares para reforzar la política de confidencialidad y actualizar al personal sobre las mejores prácticas.

3.2.3.3. Resumen mediante tabla.

	Acciones.
Imparcialidad.	<ul style="list-style-type: none"> • Políticas de imparcialidad. • Evaluación continua de los riesgos. • Identificación de conflictos de interés. • Compromiso de la dirección. • Revisión periódica de la imparcialidad.
Confidencialidad.	<ul style="list-style-type: none"> • Política de confidencialidad. • Firmar acuerdos de confidencialidad. • Control de acceso a la información. • Manejo de la información durante y después del proceso. • Notificación y autorización de divulgación. • Capacitación sobre confidencialidad.

Tabla 3-1: Acciones para la Imparcialidad y confidencialidad.

Fuente: Microsoft Excel

3.3. FACTOR 2: REQUISITOS A LA ESTRUCTURA.

Establece los requisitos que deben cumplirse respecto a la estructura organizativa de un laboratorio. Este punto asegura que el laboratorio tenga una estructura clara para la gestión y ejecución de sus actividades de ensayo, lo que incluye la identificación de las responsabilidades y autoridades dentro del laboratorio

3.3.1. Entidad legal.

Este requisito establece que el laboratorio debe ser una entidad legalmente registrada o una parte formal de una organización más grande (por ejemplo, una división o una filial). Ser una entidad legal significa que el laboratorio tiene responsabilidad jurídica sobre sus actividades, lo que incluye las acciones que realiza, los resultados que obtiene y los productos que genera. La existencia de una estructura legal permite que el laboratorio sea responsable ante las autoridades y ante los clientes en caso de disputas.

Esto también implica que el laboratorio debe cumplir con las leyes locales y las normas regulatorias del país o región donde opera, lo que incluye la obtención de las licencias necesarias y el cumplimiento de los requisitos legales de operación.

3.3.2. Identifica el personal de la dirección.

Este punto requiere que el laboratorio identifique claramente al personal que tiene la responsabilidad general sobre el laboratorio, especialmente en términos de gestión y supervisión. La persona o grupo de personas a cargo de la dirección debe ser responsable de asegurar que el laboratorio cumpla con los requisitos de la norma y los estándares de calidad.

3.3.3. 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.
- 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.
- Documentar sus procedimientos operacionales en la extensión necesaria para asegurar la aplicación coherente de sus actividades de laboratorio y la validez de los resultados.

3.3.4. Propuesta de acciones.

3.3.4.1. Acciones para la entidad legal.

Para demostrar que el laboratorio es parte de una entidad legal, podemos hacer dos cosas.

1. Documentación y consultar con asesores legales.

Esto puede demostrarse mediante documentación oficial de la Universidad o trabajando con asesores legales para verificar que el laboratorio pertenece a una entidad legal.

3.3.4.2. Acciones para Identificar el personal de la dirección.

1. Nombrar a un responsable general.

Se debe nombrar a una persona (o un grupo) que tenga la capacidad de poder manejar la responsabilidad general de los laboratorios, quien será responsable de asegurar el cumplimiento de los requisitos de la norma. Este cargo podría llevarlo a cabo un miembro de la universidad o contratar a un individuo externo a la Universidad.

2. Evaluación periódica de la gestión.

Realizar evaluaciones periódicas del desempeño de la directiva para asegurar que están cumpliendo sus responsabilidades y gestionando adecuadamente el laboratorio.

3.3.4.3. Resumen mediante tabla.

Requisitos.	Acción.
Entidad legal.	Demostración de la entidad legal mediante documentación oficial.
Personal de la directiva.	<ul style="list-style-type: none"> • Definir al personal directivo. • Realizar evaluaciones periódicas de la gestión.

Tabla 3-2: Acciones para la entidad legal y el personal de la directiva.

Fuente: Microsoft Excel

3.3.5. Estructura del personal.

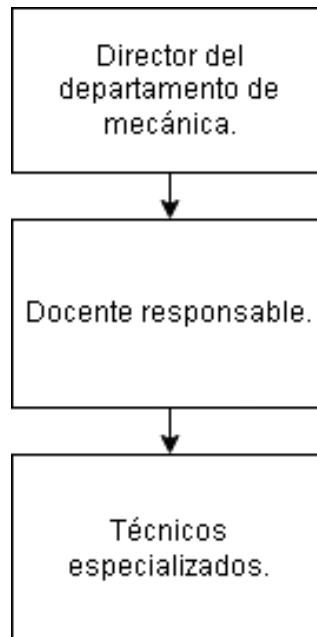


Figura 3-1: Jerarquía del personal.

Fuente: <https://www.draw.io>.

3.3.6. Responsabilidad y actividades del personal.

Personal	Responsabilidades.	Actividades
Director departamento mecánico.	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisar el funcionamiento del laboratorio. • Velar por el cumplimiento de las normativas. • Mantener al laboratorio actualizado con respecto a nuevas normativas. • Mantener la relación con los clientes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar la documentación técnica y los registros relacionados con los ensayos realizados. • Asegurar que se cumplan los plazos establecidos y los requisitos del cliente. • Gestionar las relaciones con proveedores. • Evaluar el desempeño del personal técnico.
Docente responsable.	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinar las tareas del técnico. • Asegurar que las pruebas se realicen de acuerdo con los procedimientos. • Revisar los resultados de los ensayos realizados por los técnicos. • Supervisar que se sigan las políticas de seguridad. • Asegurarse de que toda la información esté debidamente archivada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Observar directamente los ensayos para garantizar su procedimiento adecuado. • Supervisar que los equipos sean mantenidos. • Supervisar el inventario de materiales, equipos y consumibles del laboratorio.
Técnico especialista.	<ul style="list-style-type: none"> • Asegurar el buen funcionamiento de los equipos. • Seguir los procedimientos operativos. • Registrar de manera precisa los datos obtenidos durante los ensayos. • Informar sobre cualquier anomalía o problema. • Cumplir con las normativas de seguridad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecutar los ensayos mecánicos. • Realizar análisis metalográficos. • Configurar y operar los equipos de prueba. • Realizar mantenimiento básico de los equipos. • Elaborar informes detallados con los resultados de los ensayos.

Tabla 3-3: Responsabilidades y actividades del personal.

Fuente: Microsoft Excel

3.3.7. Procedimientos operacionales (P.O).3.3.7.1. P.O del Microscopio Metalográfico XDS-3MET, OPTIKA.

Alcance.	Este procedimiento está diseñado para guiar a los operadores en el uso seguro y efectivo del Microscopio Metalográfico XDS-3MET, OPTIKA, garantizando la precisión en las observaciones y el cuidado adecuado del equipo.
Equipo de Protección Personal (EPP).	<ul style="list-style-type: none"> • Guantes de látex o nitrilo. • Gafas de seguridad. • Bata o delantal de laboratorio.
Peligro.	<ul style="list-style-type: none"> • Contacto con superficies calientes (lámpara halógena). • Daño ocular por luz intensa • Descargas eléctricas.
Precaución.	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar el contacto directo con la lámpara. • Permitir que se enfríe antes de manipular. • Siempre usar gafas de seguridad al operar el microscopio. • Asegurarse de que el microscopio esté conectado a un enchufe con toma a tierra.
Etapa.	Acción.
1	Verifique que todos los componentes ópticos del microscopio estén limpios y sin rayas.
1.1	Coloque el microscopio sobre una superficie estable y nivelada.
1.2	Asegúrese de que la lámpara halógena esté correctamente instalada y que no haya huellas en su superficie.
1.3	Conecte el cable de alimentación, asegurándose de que el interruptor del iluminador esté apagado (en "OFF").
1.4	Ajuste la tensión de la red eléctrica.

2	Instale los objetivos comenzando con el de menor aumento y asegurándose de que estén correctamente atornillados en el revólver porta-objetivos.
2.1	Instale el filtro polarizador y analizador en las ranuras correspondientes para observaciones específicas.
2.2	Coloque los oculares en los tubos porta oculares después de retirar los tapones de protección.
2.3	Instale el carro móvil y la platina de acuerdo con las instrucciones, asegurándose de que estén firmemente fijados.
3	Encienda el microscopio conectando el interruptor en "ON".
3.1	Regule la luminosidad girando el mando correspondiente para ajustar la intensidad de la lámpara halógena.
3.2	Ajuste el enfoque utilizando el sistema macrométrico y micrométrico hasta obtener una imagen nítida
3.3	Ajuste la compensación dióptrica si es necesario para obtener una visión clara a través de ambos oculares.
3.4	Regule la distancia interpupilar para garantizar una visualización cómoda.
4	Coloque la muestra sobre la platina y asegúrese de que esté nivelada y estable.
4.1	Utilice los controles de enfoque para observar las características de la muestra con el aumento adecuado.
4.2	Si es necesario, utilice los filtros de polarización y ajuste el ángulo de los filtros para obtener el contraste deseado.
4.3	Si está utilizando la salida de video o foto, ajuste la palanca de selección de recorrido luminoso y el adaptador de cámara.
5	Apague el microscopio y desconéctelo de la red eléctrica cuando no se esté utilizando.
5.1	Limpie las superficies ópticas con un paño suave y adecuado, asegurándose de no tocar los lentes con las manos desnudas.
5.2	Guarde el microscopio en su funda de protección cuando no esté en uso.

3.3.7.2. P.O de la Cortadora Metalográfica MECATOME T260.

Alcance.	Este procedimiento está diseñado para guiar a los operadores en el uso seguro y efectivo de la Cortadora Metalográfica MECATOME T260, asegurando su funcionamiento adecuado, la seguridad del operador y la calidad en los cortes metalográficos.
Equipo de Protección Personal (EPP).	<ul style="list-style-type: none"> • Guantes de seguridad (preferentemente de protección contra cortes). • Gafas de seguridad o protección facial. • Batas o ropa de laboratorio adecuada. • Protección auditiva (si es necesario).
Peligro.	<ul style="list-style-type: none"> • Lesiones por contacto con el disco de corte. • Daño ocular por fragmentos. • Peligro de sobrecalentamiento de la máquina. • Ruido.
Precaución.	<ul style="list-style-type: none"> • Asegúrese de mantener las manos alejadas del área de corte. Use guantes de seguridad. • Use siempre gafas de seguridad o protección facial. • Evite bloquear las salidas de ventilación. Mantenga el equipo limpio y ventilado. • Use protección auditiva si la cortadora emite niveles de ruido elevados.
Etapa.	Acción.
1	Asegúrese de que la cortadora MECATOME T260 esté en condiciones de operación. Verifique que todos los componentes estén intactos, como el disco de corte, el sistema de sujeción y los controles de seguridad.

1.1	<ul style="list-style-type: none"> • Revise que el disco de corte esté correctamente instalado y sin grietas. Elija el disco adecuado según el material que se va a cortar. • Si es necesario, sustituya el disco por uno nuevo o adecuado para el tipo de material a cortar.
1.2	<ul style="list-style-type: none"> • Coloque la cortadora en una superficie estable, asegurándose de que esté nivelada y firme. • Asegúrese de que la zona de corte esté limpia y libre de obstrucciones.
1.3	Asegúrese de que el operador esté usando los EPP adecuados: guantes, gafas de seguridad, protección auditiva y ropa de laboratorio.
2	Coloque la muestra metalográfica en el soporte de la cortadora, asegurándose de que esté bien sujeta y alineada correctamente.
2.1	Ajuste la presión del soporte para evitar que la muestra se desplace durante el corte.
2.2	Asegúrese de que el disco esté bien montado en el eje de la cortadora.
2.3	Ajuste la velocidad del disco de corte según el material. Consulte el manual del equipo para las recomendaciones de velocidad para diferentes materiales.
2.4	Si el corte requiere refrigeración, verifique que el sistema de refrigerante esté funcionando correctamente y asegúrese de que haya suficiente aceite o fluido refrigerante.
3	<ul style="list-style-type: none"> • Encienda la cortadora MECATOME T260 utilizando el interruptor principal. • Asegúrese de que el disco esté girando antes de acercar la muestra a la zona de corte.
3.1	Coloque la muestra metalográfica en la zona de corte y presione el botón o palanca correspondiente para iniciar el proceso de corte.
3.2	Realice el corte de manera lenta y uniforme, asegurándose de que el material sea cortado completamente y sin obstrucciones.

3.3	<ul style="list-style-type: none"> • Observe el proceso de corte, manteniendo una distancia segura del disco de corte. • Asegúrese de que el disco no se sobrecaliente y que el sistema de refrigeración esté funcionando si es necesario.
3.4	Una vez completado el corte, apague la cortadora y retire la muestra con cuidado.
3.5	Verifique la calidad del corte, asegurándose de que no haya daños en la muestra o en el equipo.
4	Apague la cortadora y desconéctela de la red eléctrica para evitar accidentes.
4.1	Limpie el área de trabajo de cualquier residuo generado durante el corte. Use un paño limpio para eliminar el polvo y los fragmentos de material.
4.2	Realice una inspección visual del disco de corte y otros componentes para verificar su estado.
4.3	Guarde la cortadora en un lugar seguro y seco, alejada de materiales peligrosos y fuentes de calor.

3.3.7.3. P.O de la Prensa de Montaje MECAPRESS 3.

Alcance.	Este procedimiento está diseñado para guiar a los operadores en el uso seguro y efectivo de la Prensa de Montaje MECAPRESS 3, asegurando su funcionamiento adecuado, la seguridad del operador y la calidad del montaje.
Equipo de Protección Personal (EPP).	<ul style="list-style-type: none"> • Guantes de seguridad. • Gafas de protección. • Ropa de protección (batas o delantales de trabajo).
Peligro.	<ul style="list-style-type: none"> • Lesiones por contacto con partes móviles. • Sobrecarga de presión.

	<ul style="list-style-type: none"> • Sobrecalentamiento.
Precaución.	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener las manos alejadas de la zona de prensado. Asegurarse de que las piezas estén correctamente sujetas antes de iniciar el proceso. • Ajuste adecuado de la presión para evitar daños a la muestra y a la prensa. • Asegurarse de que el sistema de enfriamiento esté funcionando correctamente. No operar la máquina si la temperatura excede los límites establecidos.
Etapa.	Acción.
1	Asegúrese de que la prensa MECAPRESS 3 esté correctamente instalada y que todos los componentes estén intactos.
1.1	Verifique la conexión de aire comprimido y del agua.
1.2	Coloque la muestra metalográfica en el molde.
1.3	Vierta la resina de montaje seleccionada en el molde con la muestra.
1.4	Ajuste los parámetros de temperatura y presión según las especificaciones de la resina y el tipo de muestra, utilizando la pantalla táctil.
2	Encienda la prensa utilizando el interruptor principal.
2.1	Asegúrese de que la pantalla táctil esté funcionando correctamente y que todos los parámetros estén configurados.
2.2	Presione el botón correspondiente para iniciar el proceso de montaje.
2.3	Durante el ciclo, observe el proceso para asegurarse de que todo funcione correctamente (la tapa esté cerrada y los parámetros de temperatura y presión estén dentro del rango seguro).
3	Una vez completado el proceso de prensado, apague la prensa y retire la muestra del molde con cuidado.

3.1	Deje que la muestra se enfríe antes de manipularla.
3.2	Limpie cualquier residuo de resina del área de trabajo y de la prensa.
3.3	Revise la muestra montada para asegurarse de que el proceso se haya realizado correctamente, sin burbujas de aire o imperfecciones.
3.4	Guarde la prensa de montaje en un lugar seguro y seco, alejada de materiales peligrosos y fuentes de calor.

3.3.7.4. P.O de la Pulidora Metalográfica MiniTech 233.

Alcance.	Este procedimiento cubre la operación segura y eficiente de la Pulidora Metalográfica MiniTech 233, una máquina utilizada para pulir y finalizar muestras metalográficas en laboratorios, garantizando superficies de alta calidad para el análisis.
Equipo de Protección Personal (EPP).	<ul style="list-style-type: none"> • Guantes de seguridad. • Gafas de protección. • Ropa de protección (batas o delantal de trabajo).
Peligro.	<ul style="list-style-type: none"> • Lesiones por contacto con partes giratorias. • Daño ocular por partículas de pulido. • Sobrecarga del motor. • Daño por contacto con la superficie caliente.
Precaución.	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener las manos alejadas de las partes móviles. Asegúrese de que el disco esté completamente detenido antes de manipularlo. • Use siempre gafas de seguridad o protección facial para evitar el contacto con partículas voladoras. • Asegúrese de ajustar la velocidad del disco según el material y el tipo de pulido requerido. • Evite tocar las superficies calientes inmediatamente después del pulido.
Etapa.	Acción.

1	Verifique que la Pulidora Metalográfica MiniTech 233 esté instalada correctamente y en una superficie estable.
1.1	Asegúrese de que el disco de pulido esté limpio y libre de daños o residuos. Reemplácelo si es necesario.
1.2	Verifique las conexiones eléctricas y de agua para asegurarse de que el sistema esté listo para funcionar.
1.3	Coloque el disco adecuado para el tipo de material que se va a pulir.
1.4	Aplique la pasta o suspensión abrasiva en el disco de acuerdo con la etapa del proceso de pulido.
2	Encienda la pulidora utilizando el interruptor principal.
2.1	Verifique que el disco esté girando correctamente sin ruidos extraños o desbalanceo.
2.2	Ajuste la velocidad del disco según el tipo de material que se va a pulir y el grado de pulido requerido.
2.3	Inicie el proceso de pulido aplicando una presión ligera y uniforme sobre la muestra.
2.4	Realice movimientos circulares con el disco para asegurar una distribución uniforme de la pasta abrasiva.
2.5	Asegúrese de que el líquido refrigerante esté fluyendo adecuadamente para evitar el sobrecalentamiento del material.
2.6	Monitoree el proceso para asegurarse de que no haya acumulación excesiva de material abrasivo ni sobrecalentamiento de la muestra.
2.7	Asegúrese de que el disco esté limpiando la muestra de manera eficiente y sin daños.
3	Después de completar el tiempo de pulido necesario, retire la muestra.
3.1	Revise la superficie de la muestra para asegurarse de que haya alcanzado la calidad deseada.

3.2	Apague la pulidora utilizando el interruptor principal y desconéctela de la fuente de alimentación.
3.3	Limpie el disco de pulido con un paño limpio y seco para eliminar cualquier residuo de pasta abrasiva.
3.4	Si se ha utilizado agua o líquido refrigerante, asegúrese de que los conductos estén libres de obstrucciones y limpios.
3.5	Limpie la superficie de trabajo de la pulidora para evitar que los residuos se acumulen.
3.6	Guarde la pulidora en un lugar seguro y seco, alejada de materiales peligrosos y fuentes de calor.

3.3.7.5. P.O Durómetro Multiescala Wolpert, dia testor 2 RC.

Alcance.	Este procedimiento cubre la operación segura y precisa del Durómetro Multiescala Wolpert, Dia Testor 2 RC, utilizado para medir la dureza de materiales según diferentes escalas (Rockwell, Vickers, Brinell) garantizando resultados de alta calidad en ensayos de dureza.
Equipo de Protección Personal (EPP).	<ul style="list-style-type: none"> • Guantes de seguridad. • Gafas de protección. • Ropa de protección.
Peligro.	<ul style="list-style-type: none"> • Lesiones por contacto con piezas duras o herramientas de prueba. • Daño ocular por partículas o fragmentos de material. • Sobrecarga del sistema de medición.
Precaución.	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener las manos alejadas de la zona de prueba y usar guantes de protección. • Usar siempre gafas de seguridad para evitar la entrada de partículas. • Asegurarse de no aplicar más fuerza de la especificada para la escala seleccionada.

Etapa.	Acción.
1	Verifique que el Durómetro Wolpert Dia Testor 2 RC esté en condiciones óptimas de funcionamiento. Asegúrese de que el equipo esté limpio y libre de obstrucciones.
1.1	Coloque la muestra de material sobre la plataforma de prueba de la máquina.
1.2	Asegúrese de que la muestra esté bien posicionada y alineada correctamente para obtener una medición precisa.
1.3	Encienda el Durómetro Wolpert Dia Testor 2 RC y seleccione la escala de dureza adecuada según el material.
1.4	Ajuste los parámetros de la prueba, tales como la carga de penetración, el tipo de indentador y el tiempo de aplicación de la carga, de acuerdo con las especificaciones del material.
1.5	Verifique que la pantalla de la máquina esté funcionando correctamente y que se pueda leer claramente la escala seleccionada y las unidades de dureza.
2	Presione el botón de inicio para comenzar la prueba. El durómetro aplicará la carga seleccionada sobre la muestra de material mediante el indentador correspondiente.
2.2	Mientras se realiza la prueba, observe el proceso en la pantalla del equipo para asegurarse de que no haya anomalías.
2.3	Después de completar el ciclo de carga y descanso, asegúrese de registrar el valor de dureza correctamente, anotando la escala utilizada, el tipo de ensayo y cualquier otro dato relevante.
2.4	Si se requiere realizar más mediciones en la misma muestra, asegúrese de moverla a una nueva área sin afectar la precisión de la prueba.
2.5	Repita el proceso de medición si es necesario para obtener resultados promedio o consistentes
3	Una vez completadas las mediciones, apague el Durómetro Wolpert Dia Testor 2 RC utilizando el interruptor correspondiente.

3.1	Limpie el durómetro y la plataforma de prueba para eliminar cualquier residuo de material o polvo.
3.2	Si se han utilizado líquidos de enfriamiento o lubricantes, asegúrese de que las superficies estén libres de ellos.
3.3	Use un paño suave para limpiar las partes exteriores del equipo, teniendo cuidado de no dañar las superficies sensibles.
3.4	Revise la muestra probada para asegurarse de que no haya daño visible debido a la prueba de dureza.

3.3.7.6. P.O de la Maquina Universal de Ensayos MetroTec HMS/30.

Alcance.	Este procedimiento cubre la operación segura y eficiente de la Máquina Universal de Ensayos MetroTec HMS/30, diseñada para realizar pruebas de materiales en tracción, compresión, flexión.
Equipo de Protección Personal (EPP).	<ul style="list-style-type: none"> • Guantes de seguridad. • Gafas de protección. • Ropa de protección. • Protección auditiva.
Peligro.	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener las manos alejadas de la zona de sujeción y prueba. Asegurarse de que las muestras estén correctamente sujetas antes de iniciar la prueba. • Asegurarse de que la carga máxima no se exceda según las especificaciones del material y la capacidad de la máquina. • Usar siempre gafas de seguridad para evitar lesiones oculares por fragmentos voladores. • Usar protección auditiva si la máquina produce niveles elevados de ruido durante las pruebas.
Precaución.	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar el contacto directo con la lámpara. • Permitir que se enfríe antes de manipular. • Siempre usar gafas de seguridad al operar el microscopio.

	<ul style="list-style-type: none"> Asegurarse de que el microscopio esté conectado a un enchufe con toma a tierra.
Etapa.	Acción.
1	Verifique que la Máquina Universal de Ensayos MetroTec HMS/30 esté correctamente instalada, nivelada y libre de obstrucciones.
1.1	Asegúrese de que todos los componentes principales estén en buen estado de funcionamiento.
1.2	Revise que las mordazas o garras estén limpias y sin daños. Si es necesario, reemplace los dispositivos de sujeción.
1.3	Conecte la máquina a la fuente de alimentación y asegúrese de que el sistema esté energizado correctamente.
1.4	Si la máquina está conectada a un software de control, verifique que el software esté instalado y funcionando correctamente en la computadora.
1.5	Coloque la muestra de material a ensayar en la posición adecuada dentro de las mordazas o garras.
1.6	Asegúrese de que la muestra esté bien alineada para evitar errores en los resultados de la prueba.
1.7	Seleccione el tipo de ensayo a realizar el software.
1.8	Configure los parámetros de la prueba, como la velocidad de carga, la carga máxima permitida y la duración de la prueba.
2	Inicie el ensayo presionando el botón correspondiente en el software o en el panel de control.
2.1	Durante la prueba, observe el proceso de carga y deformación en la pantalla de control o en el software.
2.2	Asegúrese de que la máquina esté operando dentro de los límites de seguridad y que la carga aplicada no exceda la capacidad de la máquina ni de la muestra.
2.3	Una vez que se haya alcanzado la carga máxima o que la muestra haya fallado, detenga la prueba.
2.4	Registre los resultados finales de la prueba, incluidos los valores de carga máxima, elongación máxima.
3	Apague la Máquina Universal de Ensayos MetroTec HMS/30 utilizando el interruptor principal o mediante el software de control.

3.1	Retire la muestra con cuidado de las mordazas o garras una vez que el ensayo haya finalizado.
3.2	Maneje los fragmentos con cuidado para evitar lesiones.
3.3	Limpie la máquina y las mordazas para eliminar cualquier residuo de material de la muestra.

3.4. **FACTOR 3: REQUISITOS A LOS RECURSOS.**

Trata sobre los recursos necesarios para que un laboratorio pueda llevar a cabo sus actividades de ensayo de manera efectiva, manteniendo la competencia técnica y asegurando la validez de los resultados. Los recursos se refieren tanto a los aspectos materiales (equipos), como a los humanos (como el personal competente).

3.4.1. Personal.

El laboratorio debe contar con un equipo humano calificado para realizar los ensayos de acuerdo con los estándares establecidos.

- Competencia técnica:
El personal debe poseer las habilidades, conocimientos y experiencia necesarias para realizar las tareas específicas que se les asignan, como la realización de pruebas, el manejo de equipos y la interpretación de resultados.
- Capacitación continua:
Los empleados deben recibir formación continua para mantenerse actualizados en los procedimientos, métodos de ensayo y tecnologías relevantes. La capacitación es fundamental para garantizar que el personal esté al tanto de los avances técnicos y cambios en la normativa.

- Evaluación del desempeño:

El laboratorio debe implementar un sistema para evaluar periódicamente la competencia del personal, lo que puede incluir evaluaciones de desempeño y la verificación de habilidades.

3.4.2. Instalaciones y Condiciones Ambientales.

El laboratorio debe contar con instalaciones adecuadas para llevar a cabo las actividades de ensayo, y que las condiciones ambientales estén controladas. Las condiciones adecuadas son esenciales para obtener resultados válidos y evitar que factores externos afecten la precisión y la fiabilidad de los ensayos.

Factores externos que se deben controlar:

- Temperatura.
- Humedad.
- Vibraciones.
- Nivel de ruido.
- Contaminación microbiana.
- Polvo.

3.4.3. Equipamiento.

El laboratorio debe contar con los equipos adecuados para realizar los ensayos. Los equipos deben ser precisos, funcionales y mantenidos adecuadamente. La gestión del equipo es fundamental para asegurar que los resultados sean fiables.

- Los equipos utilizados deben ser apropiados para el tipo de trabajo que realiza el laboratorio, y deben ser capaces de medir, probar o calibrar dentro de los rangos requeridos para cada ensayo o calibración.

- Todos los equipos deben someterse a mantenimientos regulares y ser calibrados. La calibración es crucial para asegurar que el equipo funcione dentro de los márgenes de error especificados.
- Además de la calibración, los equipos deben ser verificados y validados antes de utilizarlos para asegurar que producen resultados válidos.

3.4.4. Materiales y Consumibles.

Los materiales (como muestras, reactivos, y materiales de referencia) y los consumibles utilizados en los ensayos deben ser de buena calidad y cumplir con las especificaciones requeridas. El manejo adecuado de estos materiales es importante para garantizar la validez de los resultados.

3.4.5. Propuesta de acciones.

3.4.5.1. Personal.

El personal debe tener la capacidad de realizar ensayos de dureza en las escalas Rockwell, Vickers (HVT) y Brinell (HBT) utilizando un durómetro multiescala; además, debe ser competente en la ejecución de ensayos de tracción, compresión y flexión en una máquina universal de ensayos. También es necesario contar con conocimientos sobre equipos de metalografía, específicamente en el uso de cortadora, prensa de montaje, pulidora y microscopio metalográfico.

Resumen mediante tabla:

Requisitos.	Acción.
<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento en el uso de equipos como durómetro multiescala y máquina universal de ensayos, para la realización de pruebas de dureza, tracción, compresión y flexión. • Conocimiento en equipos metalográficos, específicamente en el manejo de cortadora metalográfica, prensa de montaje, pulidora y microscopio metalográfico. 	<p>Contratar a un técnico especializado.</p>

Tabla 3-4: Requisitos para el técnico.

Fuente: Microsoft Excel.

3.4.5.2. Instalaciones y Condiciones Ambientales.

Para abordar este punto, las condiciones que debe cumplir la infraestructura de los dos laboratorios incluyen la regulación de factores que afecten los ensayos, como la humedad, la temperatura, el polvo, las vibraciones, los niveles de sonido y la contaminación microbiana. Para regular estos factores, es necesario que las salas en las que están definidos los laboratorios sean habitaciones aisladas. Al estar aisladas, se evitarán las perturbaciones que pueden afectar los ensayos, como vibraciones, polvo, niveles de sonido y temperatura. Se debe realizar la instalación de aire acondicionado para regular la temperatura y mantenerla en 20 °C, que es la ideal para realizar ensayos sin perturbar las probetas. Además, se debe implementar la instalación de un extractor en cada laboratorio, ya que, al ser una sala aislada, es necesario purificar el aire de las partículas de los distintos metales.

3.4.5.3. Layout de los laboratorios.

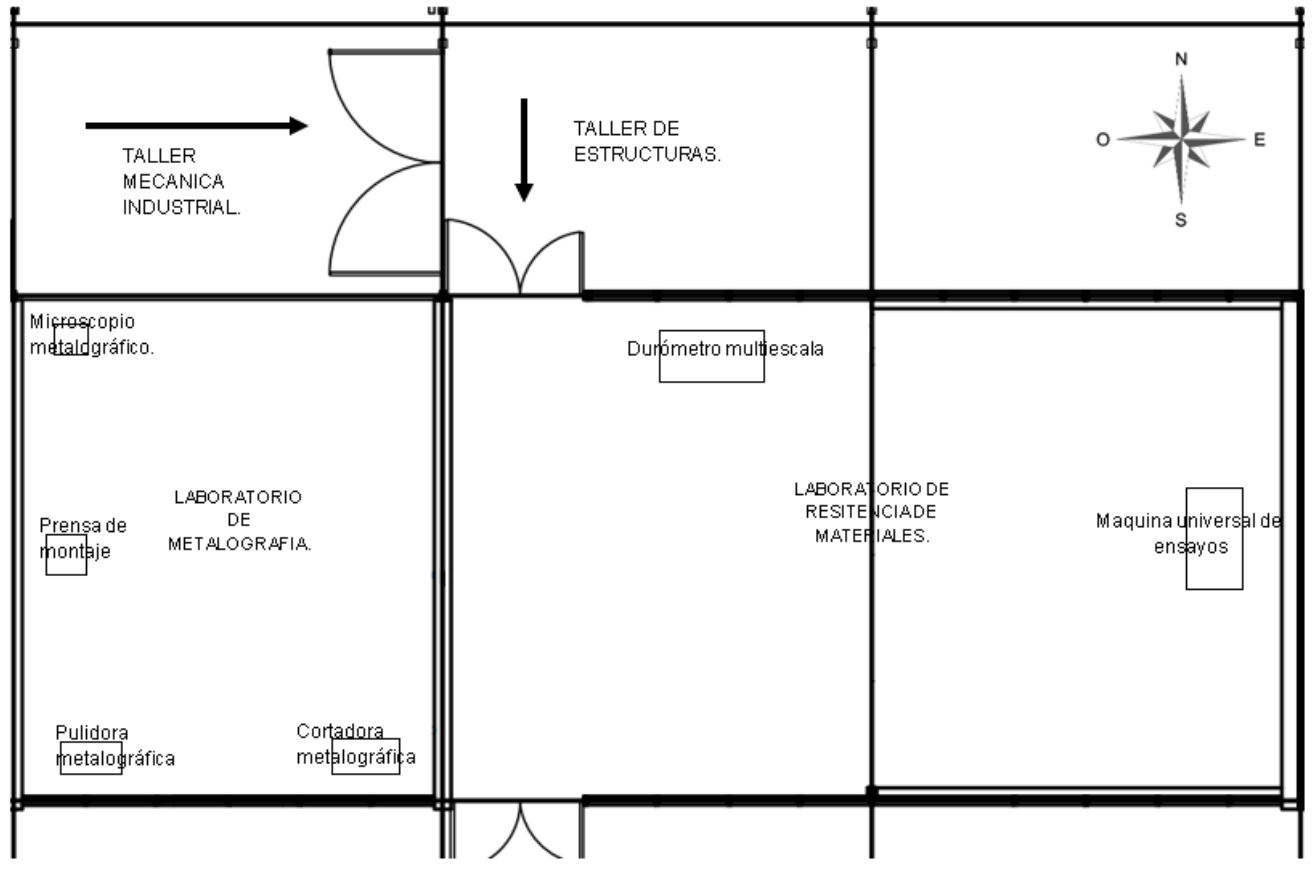


Figura 3-2: Layout de los laboratorios.

Fuente: Word.

3.4.5.4. Equipamiento.

Los equipos de los laboratorios de resistencia de materiales y metalografía deben ser calibrados, verificados y validados de su correcto funcionamiento. Este proceso puede llevarlo a cabo las empresas fabricante o proveedores autorizados.

Laboratorio.	Equipos.	Estado de la empresa.	Ofrecen servicio de calibración.
Laboratorio de metalografía.	Cortadora Metalográfica MECATOME T260.	Existente.	Sí
	Prensa de Montaje MECAPRESS 3.	Existente.	Sí
	Pulidora Metalográfica MiniTech 233.	Existente.	Sí
	Microscopio Metalográfico XDS-3MET, OPTIKA	Existente.	Sí
Laboratorio de resistencia de materiales.	Durómetro digital Rockwell ZHR.	Existente.	Sí
	Durómetro Multiescala Wolpert, dia testor 2 RC.	No existe la empresa, sin embargo, la empresa Buehler se encarga de su estado.	Sí
	Durómetro Wilson Rockwell 4JR.	No existe la empresa, sin embargo, la empresa Buehler se encarga de su estado.	Sí
	Máquina Universal de Ensayos MetroTec HMS/30.	Existente, sin embargo, no se encuentra registro del modelo HMS/30.	Sí
	Péndulo Charpy JB-300B.	Desconocido, ya que es proveniente de China.	Desconocido.

Tabla 3-5: Estado de la empresa y proveedores de los equipos.

Fuente: Microsoft Excel.

3.4.5.5. Conclusión de la tabla.

Es posible contactar con los proveedores o empresas de los equipos disponibles actualmente y solicitar que realicen calibraciones, verifiquen y validen el uso de estos equipos. Sin embargo, en el caso de la máquina universal de ensayos MetroTec HMS/30, se desconoce si esto es posible debido a la falta de información sobre su modelo. Por otro lado, para el péndulo Charpy JB-300B, al ser proveniente de China, no se recomienda intentar calibrar el equipo debido a las dificultades del idioma y la lejanía de la empresa.

3.4.5.6. Materiales y Consumibles.

El laboratorio debe contar con materiales y consumibles de buena calidad, adecuados a los equipos y ensayos a realizar.

Laboratorio.	Equipos.	Suministros.
Laboratorio de metalografía.	Cortadora Metalográfica MECATOME T260.	<ul style="list-style-type: none"> • Discos de corte: S, MNF y A. • Aceite refrigerante. • Limpiadores de superficies.
	Prensa de Montaje MECAPRESS 3.	<ul style="list-style-type: none"> • Resina de montaje fenólica • Limpiador de superficie.
	Pulidora Metalográfica MiniTech 233.	<ul style="list-style-type: none"> • Discos de pulir. • Limpiador de superficie. • Polvo de Óxido de aluminio. • Lijas de distintos gramajes. • Paños de limpieza
	Microscopio Metalográfico XDS-3MET, OPTIKA	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiador de lentes. • Lentes de repuesto
Laboratorio de resistencia de materiales.	Durómetro Multiescala Wolpert, dia testor 2 RC.	<ul style="list-style-type: none"> • Puntas de indentación, dependiendo de la escala. • Limpiadores de superficies. • Probetas normalizadas.
	Máquina Universal de Ensayos MetroTec HMS/30.	<ul style="list-style-type: none"> • Mordazas planas y cilíndricas.

Tabla 3-6: Insumos necesarios para el funcionamiento de los equipos.

Fuente: Microsoft Excel.

3.5. FACTOR 4: REQUISITOS DEL PROCESO.

Los procesos internos deben ser gestionados por el laboratorio para asegurar que las actividades de ensayo se realicen de manera coherente y que los resultados obtenidos sean válidos. Este punto abarca desde la selección de métodos hasta el aseguramiento de la calidad y la gestión de los resultados.

3.5.1. Revisión de Solicitudes, Ofertas y Contratos.

Antes de aceptar cualquier trabajo, es esencial que el laboratorio verifique y revise cuidadosamente las solicitudes y ofertas. De esta forma, el laboratorio podrá cumplir con los requisitos del cliente, evitando malentendidos o problemas de calidad. El laboratorio debe presentar en detalle cuáles son sus capacidades, los ensayos que puede realizar y qué escalas pueden abarcar, entre otros aspectos relevantes. Se deben solicitar todos los requisitos del cliente, incluidas las especificaciones del ensayo, con lo cual el laboratorio debe confirmar que tiene los recursos, el personal y los equipos adecuados para cumplir con los requisitos solicitados.

Si el laboratorio tiene la capacidad de cumplir con los requisitos solicitados por el cliente, se debe seleccionar el método más adecuado en función de los requisitos del cliente, las condiciones de prueba, los equipos disponibles y las limitaciones técnicas.

3.5.2. Manejo de Ítems de Ensayo.

Para realizar los ensayos en los respectivos laboratorios, se deben solicitar los ítems de ensayo, como probetas para el laboratorio de resistencia de materiales y una muestra del metal que se estudiará. Para seleccionar adecuadamente estas muestras, deben adquirirse de un proveedor que cumpla con las normas ISO y ASTM. Si se cuenta con probetas que cumplen con estas normas, los ensayos serán más precisos y confiables.

Una vez obtenidos los ítems de ensayo, deben ser tratados con cuidado y según las especificaciones para evitar cualquier daño que pueda alterar los resultados. Esto incluye asegurar que se mantengan en condiciones ambientales adecuadas durante todo el proceso.

3.5.3. Registro.

Al momento de realizar los ensayos, se debe llevar un registro detallado de las actividades realizadas y los resultados obtenidos. Los resultados son evaluados a través de materiales de referencia y pruebas de repetibilidad.

Al final, se debe elaborar un informe claro y completo sobre los resultados obtenidos. Este informe debe contener toda la información necesaria para interpretar correctamente los resultados. Además, debe incluir toda la información técnica relevante, como el método utilizado, las condiciones de prueba y los resultados obtenidos, y debe ser claro, preciso y fácil de interpretar para el cliente.

Posteriormente, el documento debe ser revisado por la directiva y evaluado. Si no aprueba la evaluación, tendrá que ser corregido hasta que cumpla con los parámetros establecidos por el laboratorio. Una vez corregido, el informe se archivará, ya sea de forma digital o en papel.

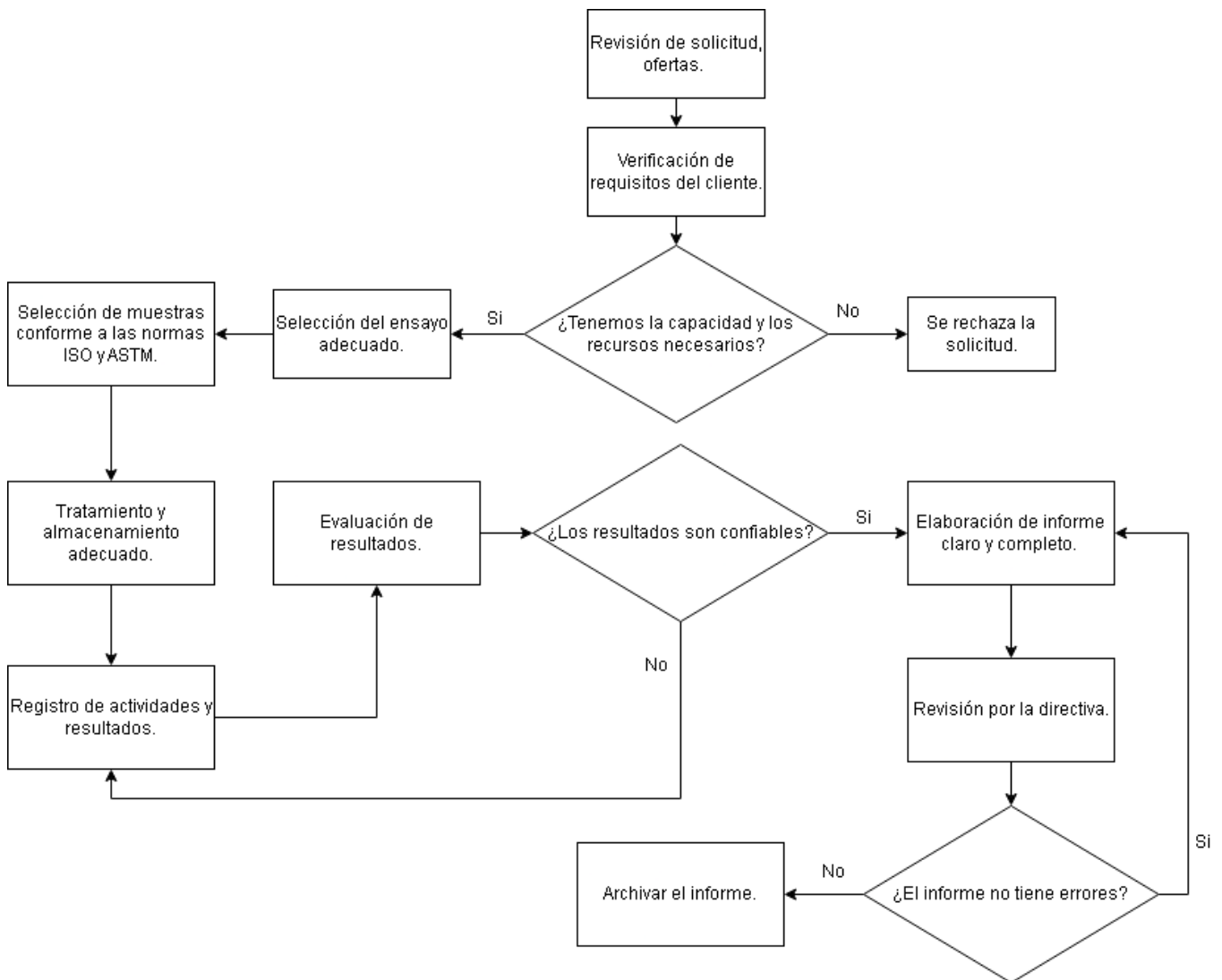
3.5.4. Diagrama del proceso.

Figura 3-3: Gestión de procesos.

Fuente: <https://www.draw.io>.

3.6. **FACTOR 5: REQUISITOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN.**

El laboratorio debe contar con un sistema de gestión de calidad adecuado. Este sistema debe estar orientado a asegurar que el laboratorio cumpla consistentemente con los requisitos de la norma, así como con las expectativas del cliente y las exigencias regulatorias.

3.6.1. Control de documentación.

La norma establece que los laboratorios deben contar con un sistema adecuado de control de documentos. Estos deben ser gestionados de manera que se garantice el uso exclusivo de versiones correctas y actualizadas, y que estén disponibles cuando se necesiten. Los documentos, incluidos procedimientos, instrucciones de trabajo y cualquier otro material clave para las actividades del laboratorio, deben ser revisados periódicamente para asegurar que estén actualizados y sean aplicables.

Es necesario llevar un control estricto de las versiones de los documentos, garantizando que solo se utilicen los más recientes. Además, debe existir un proceso claro para reemplazar documentos obsoletos y asegurar que todo el personal utilice la versión correcta. Los documentos deben ser de fácil acceso para el personal y estar siempre disponibles cuando sean requeridos.

El laboratorio debe garantizar el almacenamiento seguro de los documentos para prevenir su pérdida y asegurar su accesibilidad. Asimismo, debe establecer un tiempo definido para su conservación. Es fundamental implementar medidas que garanticen la integridad de los registros, protegiéndolos contra alteraciones o manipulaciones no autorizadas. Esto puede incluir el uso de firmas electrónicas y la creación de copias de seguridad de documentos importantes.

3.6.2. Gestión de Riesgos y Oportunidades.

Se exige que el laboratorio adopte un enfoque sistemático para la gestión de riesgos y la identificación de oportunidades. La gestión de riesgos es fundamental para garantizar que los procesos del laboratorio sean suficientemente robustos para afrontar posibles amenazas, mientras que la identificación de oportunidades se orienta hacia la mejora continua de los procesos.

El laboratorio debe identificar y evaluar los riesgos que puedan afectar la calidad de los resultados o el desempeño general. Estos riesgos pueden incluir fallos en los equipos, insuficiente capacitación del personal o cambios en las regulaciones que influyan en el funcionamiento del laboratorio.

Una vez identificados los riesgos, es necesario que el laboratorio implemente medidas para mitigarlos. Esto incluye la ejecución de acciones correctivas para abordar problemas existentes y acciones preventivas para evitar la ocurrencia de problemas futuros, asegurando así la estabilidad y la calidad del servicio ofrecido.

Además de gestionar los riesgos, el laboratorio debe identificar y aprovechar oportunidades para mejorar continuamente sus procesos y servicios. Esto puede incluir la adopción de nuevas tecnologías que optimicen el desempeño o la mejora de los métodos de trabajo existentes, con el objetivo de mantener altos estándares de calidad y eficiencia.

3.6.3. Mejora Continua.

Los laboratorios deben implementar un proceso de mejora continua. Esto implica un compromiso con la evaluación constante de los procesos, asegurando progresos hacia la excelencia operativa y la optimización de la calidad.

El laboratorio debe realizar evaluaciones periódicas del desempeño de sus procesos y actividades para identificar áreas susceptibles de mejora. Estas evaluaciones deben basarse

en datos objetivos y resultados tangibles, lo que permite una valoración precisa y fundamentada del rendimiento del laboratorio.

Si durante estas evaluaciones se detectan desviaciones o problemas, el laboratorio debe implementar acciones correctivas para resolver las deficiencias y prevenir su recurrencia. Esto asegura que los procesos se mantengan dentro de los estándares de calidad establecidos y que se minimicen los errores.

La mejora continua debe ser un esfuerzo colectivo que involucre a todo el personal del laboratorio. Para fomentar esta cultura, se pueden organizar sesiones de retroalimentación, realizar encuestas de satisfacción del cliente y ofrecer formación adicional al personal, promoviendo su participación y fortaleciendo sus competencias.

3.6.4. Resumen mediante tabla.

Sistema de Gestión.	
Control de documentación.	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión y actualización. • Control de versiones. • Accesibilidad y distribución. • Almacenamiento adecuado. • Conservación y accesibilidad. • Integridad de los registros.
Gestión de Riesgos y Oportunidades.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de riesgos. • Acciones correctivas y preventivas. • Aprovechamiento de oportunidades.
Mejora Continua.	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación periódica. • Acciones correctivas. • Involucramiento del personal.

Tabla 3-7: Sistema de gestión.

Fuente: Microsoft Excel.

CPÍTULO 4: EVALUCIÓN Y TECNICA Y ECONOMICA.

4.1. EVALUACIÓN TÉCNICA.

La evaluación técnica se centra en comparar la productividad de los laboratorios de resistencia de materiales y metalografía, analizando sus actividades, procedimientos y los ensayos realizados, entre otros aspectos. Esta comparación se lleva a cabo en relación con las propuestas actuales, con el objetivo de identificar y comprender mejor las diferencias existentes.

4.1.1. Productividad de los laboratorios.

Actualmente, el laboratorio de resistencia de materiales se utiliza exclusivamente con fines académicos, empleando tanto los equipos como los insumos para carreras técnicas. En este laboratorio, se imparten clases diarias, y los equipos se emplean únicamente con fines demostrativos.

No se cuenta con control de calidad, registros de procesos, normas aplicadas ni informes de resultados. Los equipos en funcionamiento son los durómetros y la máquina universal de ensayos, mientras que el resto de los equipos no funcionan correctamente o no están autorizados para su uso.

Por otro lado, el laboratorio de metalografía, que anteriormente prestaba servicios a empresas externas a la Universidad, actualmente se encuentra inactivo desde hace un tiempo considerable. Esto ha resultado en el desperdicio de activos valiosos, como los equipos metalográficos y el espacio designado para el laboratorio. En su estado actual, el laboratorio de metalografía no está generando ninguna actividad productiva.

4.1.2. Beneficios obtenidos por la propuesta.

4.1.2.1. Mejora en la Infraestructura.

La infraestructura ha sido optimizada mediante el establecimiento de un diseño adecuado para los laboratorios, mejorando la disposición del espacio, la ventilación, el aislamiento acústico y la regulación de la temperatura. Estas mejoras aseguran condiciones óptimas para realizar los ensayos sin interferencias externas, incrementando así la eficiencia y precisión de los resultados.

La implementación de sistemas de aire acondicionado y extractores, junto con la regulación de la temperatura y la humedad, crea un entorno controlado que minimiza la influencia de factores externos en los ensayos. Esto garantiza resultados más precisos y repetibles, cumpliendo con las exigencias de la norma NCh-ISO/IEC 17025:2017.

4.1.2.2. Mejora de Equipos y Tecnología.

La calibración o el reemplazo de los equipos defectuosos, como los equipos de metalografía, el durómetro multiescala y la máquina universal de ensayos, aumentará la fiabilidad de las pruebas y la precisión de las mediciones. Además, la actualización tecnológica permitirá realizar una mayor variedad de ensayos con equipos modernos, incrementando la capacidad del laboratorio para ofrecer servicios de calidad.

4.1.2.3. Personal capacitado.

La contratación de un técnico especializado asegura que todos los procedimientos se lleven a cabo siguiendo las mejores prácticas y cumpliendo con las normas.

4.1.2.4. Cumplimiento con las Normas ISO.

Con las mejoras implementadas, los laboratorios estarán en condiciones de cumplir con los requisitos normativos en cuanto a calidad, competencia técnica y trazabilidad de los resultados. Esto no solo fortalecerá la confiabilidad y competitividad de los laboratorios, sino que también les permitirá obtener acreditaciones que los habiliten para ofrecer servicios a empresas externas, generando ingresos adicionales para la universidad.

4.1.2.5. Optimización de Procedimientos.

La propuesta incluye la creación de procedimientos operativos que aseguren la realización consistente de los ensayos, siguiendo las normativas establecidas. Esto incrementa la calidad de los servicios y mejora la trazabilidad de los resultados, aspectos fundamentales para la acreditación conforme a la norma NCh-ISO/IEC 17025:2017.

4.1.2.6. Sostenibilidad y Seguridad.

La propuesta aborda los riesgos existentes mediante el reemplazo de equipos obsoletos y peligrosos por tecnologías más seguras y eficientes. Asimismo, la optimización de los procedimientos y la mejora de las condiciones de trabajo incrementan la seguridad de los operarios, garantizando el cumplimiento con las normativas de seguridad y medioambientales vigentes.

4.1.2.7. Mayor Capacidad de Prestación de Servicios Externos.

Con las mejoras implementadas, los laboratorios estarán en condiciones de ofrecer servicios externos de alta calidad, lo que generará nuevas fuentes de ingresos para la universidad. Asimismo, la certificación y el cumplimiento de normas internacionales fortalecerán la reputación del laboratorio y su capacidad para competir en el mercado.

4.1.2.8. Tabla comparativa.

Tabla comparativa.		
Factores.	Situación actual.	Posible situación.
Infraestructura.	<ul style="list-style-type: none"> • Espacios inadecuados. • Equipos fuera de servicio. • Condiciones deficientes. • El laboratorio de metalografía usado como almacén. 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos en funcionamiento. • Disposición del espacio. • Laboratorio de metalografía en funcionamiento.
Condiciones Ambientales.	<ul style="list-style-type: none"> • No controladas. • Perturbación de ensayos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Controladas. • Mayor precisión en los ensayos.
Equipos y Tecnología.	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos descalibrados. • Equipos con mal funcionamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos calibrados. • Reemplazo de equipos defectuosos. • Aumento de la fiabilidad en las pruebas.
Personal.	<ul style="list-style-type: none"> • Personal no capacitado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Personal capacitado.
Cumplimiento con las Normas ISO.	<ul style="list-style-type: none"> • No cumple con ninguno de los requisitos establecidos por la norma. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de la norma NCh-ISO/IEC 17025:2017.
Procedimientos.	<ul style="list-style-type: none"> • No hay procedimientos operacionales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimientos operacionales establecidos.
Sostenibilidad y Seguridad.	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de sustancia peligrosa (mercurio). 	<ul style="list-style-type: none"> • Reemplazo o desecho de los equipos obsoletos y peligrosos.
Capacidad de Prestación de Servicios Externos.	<ul style="list-style-type: none"> • No hay capacidad para prestar servicios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad para prestar servicios.

Tabla 3-6: Comparación entre la situación actual y futura.

Fuente: Microsoft Excel.

4.2. EVALUACIÓN ECONÓMICA.

La evaluación económica se centra en la recopilación de los gastos necesarios para implementar las acciones propuestas y lograr el correcto funcionamiento del laboratorio. Los valores presentados son representativos, ya que no es posible asegurar el precio exacto de todos los costos requeridos para que el laboratorio cumpla con las normas NCh-ISO/IEC 17025:2017.

Los gastos incluyen la calibración de los equipos, la adquisición de insumos necesarios para su funcionamiento y los costos asociados al recurso humano (RR. HH.). A continuación, se describirán los gastos requeridos para el funcionamiento del laboratorio mediante tablas. Los montos estarán expresados en USD, ya que es la moneda más globalmente utilizada

4.2.1. Costo de calibración de los equipos.

Calibración de los equipos.	
Equipos.	Costos estimados (USD).
Cortadora metalográfica MECATOME T260.	500
Prensa de montaje MECAPRESS 3.	500
Pulidora metalográfica MiniTech 233.	400
Microscopio metalográfico XDS-3MET, OPTIKA.	400
Durómetro multiescala Wolpert, dia testor 2 RC.	500
Máquina universal de ensayos MetroTec HMS/30.	1500
Total.	3800

Tabla 4-1: Costos de calibración.

Fuente: www.buehler.com.

Los costos estimados son elevados debido a múltiples factores. Estos dependen principalmente de la empresa encargada de la calibración, del modelo específico de cada equipo, y de si la calibración incluye certificación o servicios adicionales, como el mantenimiento completo del equipo.

4.2.2. Costo de RR.HH.

El laboratorio no cuenta con personal capacitado para la realización de ensayos conforme a los estándares establecidos por la norma NCh-ISO/IEC 17025:2017. Para solucionar esta deficiencia, es necesario contratar un técnico especializado que posea los conocimientos necesarios para llevar a cabo las tareas requeridas.

Adicionalmente, se debe considerar un gasto asociado a la capacitación, en caso de que sea necesaria. Encontrar un técnico especializado que cumpla con todos los requisitos podría resultar complejo, por lo que es fundamental tener en cuenta los costos relacionados con su formación.

Costo de RR. HH mediante tabla.

RR.HH.	
Gastos.	Costos estimados (USD).
Técnico especializado.	1200
Capacitaciones.	500
Total.	1700

Tabla 4-2: Costos de RR.HH.

Fuente: Internet.

El costo del técnico y de las capacitaciones puede variar considerablemente. En el caso del técnico, el gasto dependerá de su nivel de conocimiento en relación con los requerimientos. Mientras más experiencia posea, menor será la necesidad de capacitaciones, lo que reducirá

los costos asociados. Sin embargo, si el técnico requiere mayor formación, los gastos por capacitaciones serán más elevados.

Adicionalmente, el costo variará según la modalidad de contratación. Si el técnico es contratado a tiempo completo, el gasto será mayor, mientras que una contratación a medio tiempo reducirá significativamente los costos.

4.2.3. Costos de insumos.

Los insumos son esenciales para la realización de ensayos. En el caso de los equipos metalográficos, se requiere una renovación constante de insumos, ya que algunos tienen una fecha de caducidad, como la resina de montaje fenólica, mientras que otros, como los indentadores de los durómetros, pueden deteriorarse con el uso continuo.

Equipos.	Consumibles.	Costos estimados (USD).
Cortadora metalográfica MECATOME T260.	<ul style="list-style-type: none"> • Discos de corte: S, MNF y A. • Aceite refrigerante. • Limpiadores de superficies. 	100
Prensa de montaje MECAPRESS 3.	<ul style="list-style-type: none"> • Resina de montaje fenólica • Limpiador de superficie. 	115
Pulidora metalográfica MiniTech 233.	<ul style="list-style-type: none"> • Discos de pulir. • Limpiador de superficie. • Polvo de Óxido de aluminio. • lijas de distintos gramajes. • Paños de limpieza 	218
Microscopio metalográfico XDS-3MET, OPTIKA	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiador de lentes. • Lentes de repuesto. 	208
Durómetro multiescala Wolpert, dia testor 2 RC.	<ul style="list-style-type: none"> • Puntas de indentación, dependiendo de la escala. • Limpiadores de superficies. • Probetas normalizadas. 	680
Máquina universal de ensayos MetroTec HMS/30.	<ul style="list-style-type: none"> • Mordazas planas y cilíndricas. 	1100
Total.		2521

Tabla 4-3: Costos de consumibles.

Fuente: www.presi.com.

4.2.4. Costo de control ambiental.

Control ambiental.	
Equipos.	Costos estimados (USD).
Instalación de aire acondicionado.	1600
Instalación de extractor.	1400
Total.	3000

Tabla 4-4: Costos de control ambiental.

Fuente: tecnoclima.cl.

4.2.5. Costo total.

Costo estimado total de la inversión.	
Áreas.	Costos estimados (USD).
Calibración y valides de los equipos.	3800
RR. HH.	1700
Insumos.	2521
Control ambiental.	3000
Total.	11021

Tabla 4-5: Costo Total.

Fuente: Microsoft Excel.

4.3. CONCLUSIONES.

El análisis y la propuesta de mejora para los laboratorios de Resistencia de Materiales y Metalografía de la Universidad Técnica Federico Santa María, Sede Concepción, han permitido identificar importantes áreas de oportunidad tanto en la infraestructura como en los equipos utilizados, los cuales requieren ser optimizados para cumplir con los estándares establecidos por la norma NCh-ISO/IEC 17025:2017.

A través de una evaluación exhaustiva de los equipos existentes y de las condiciones de los laboratorios, se concluye que, si bien se dispone de una infraestructura adecuada, ciertos equipos requieren mantenimiento, calibración y, en algunos casos, reemplazo. La modernización de los equipos y la adecuación de los espacios permitirán no solo cumplir con los estándares internacionales, sino también mejorar la calidad de los servicios prestados, tanto en el ámbito académico como en el posible apoyo a empresas externas.

La implementación de un sistema de gestión de calidad adecuado y la capacitación continua del personal técnico son aspectos fundamentales para garantizar la competencia técnica de los laboratorios y la validez de los resultados obtenidos en los ensayos. Además, la mejora en las condiciones ambientales, la regulación de factores como la temperatura y la humedad, y la optimización de los procedimientos operativos contribuirán a asegurar que los laboratorios operen de manera eficiente y confiable.

Finalmente, la propuesta presentada no solo busca mejorar la capacidad técnica de los laboratorios, sino también fortalecer su rol dentro de la comunidad académica y empresarial, posicionando a la Universidad Técnica Federico Santa María como un referente en el ámbito de la investigación y desarrollo en ingeniería y ciencias aplicadas. La implementación de estas mejoras contribuirá al desarrollo profesional de los estudiantes y a la creación de un entorno de aprendizaje más eficiente y actualizado.

BIBLIOGRAFÍA.

(INN), I. N. (2017). Norma chilena NCh-ISO/IEC:17025.

(ISO), O. I. (2018). Norma internacional ISO 45001.

(ISO), O. I. (2015). Norma internacional ISO 9001.

Mitra, A. (21 July 2008). Fundamentals of Quality Control and Improvement.

UTFSM, G. L.-D. (2024). Laboratorio de Materiales Departamento de Mecánica UTFSM.

LINKOGRAFÍA.

Buehler. (2024). Obtenido de Buehler.: <https://www.buehler.com/mx>

Qualites metrología y calidad. (2024). Obtenido de Qualites metrología y calidad.:
<https://qualites.net/>

Struers Ensuring Certainty. (2024). Obtenido de Struers Ensuring Certainty:
<https://www.struers.com/>

Tecmicro,S.A. (2024). Obtenido de Tecmicro,S.A.: <https://materialografia.es/>

Trojanworld Discover the truth of material. (2024). Obtenido de Trojanworld Discover the
truth of material.: <https://es.trojanworld.com/>

Zwick roell. (2024). Obtenido de Zwick roell.: <https://www.zwickroell.com/es/>

ANEXOS.

Anexo 1 Portada de la norma NCh-ISO/IEC 17025:2017.

Cesión Temporal de Norma para uso de la
SUBSECRETARÍA DE AGRICULTURA

**NORMA
CHILENA**

**NCh
ISO/IEC
17025**

Tercera edición
2017.12.28

Corregida y reimpressa en 2018

**Requisitos generales para la competencia de los
laboratorios de ensayo y calibración**

*General requirements for the competence of testing and calibration
laboratories*

ICS 03.120.20



Número de referencia
NCh-ISO/IEC 17025:2017
33 páginas

© INN 2017

**NORMA
INTERNACIONAL**

**ISO
45001**

Traducción oficial
Official translation
Traduction officielle

Primera edición
2018-03

**Sistemas de gestión de la seguridad y
salud en el trabajo — Requisitos con
orientación para su uso**

*Occupational health and safety management systems —
Requirements with guidance for use*

*Systèmes de management de la santé et de la sécurité au travail —
Exigences et lignes directrices pour son utilisation*

Publicado por la Secretaría Central de ISO en Ginebra, Suiza, como traducción oficial en español avalada por el *Translation Management Group*, que ha certificado la conformidad en relación con las versiones inglesa y francesa.



Número de referencia
ISO 45001:2018
(traducción oficial)

© ISO 2018

**NORMA
INTERNACIONAL**

**ISO
9001**

**Traducción oficial
Official translation
Traduction officielle**

Quinta edición
2015-09-15

**Sistemas de gestión de la calidad —
Requisitos**

Quality management systems — Requirements

Systèmes de management de la qualité — Exigences

Publicado por la Secretaría Central de ISO en Ginebra, Suiza, como traducción oficial en español avalada por el *Grupo de Trabajo Spanish Translation Task Force (STTF)*, que ha certificado la conformidad en relación con las versiones inglesa y francesa.



Número de referencia
ISO 9001:2015 (traducción oficial)

© ISO 2015

INFORME DE RESULTADOS: 1-2024
SOLICITUD DE COTIZACIÓN: 01-2024
Laboratorio de Materiales
Departamento de Mecánica UTFSM

Datos del Solicitante.

Nombre: Guillermo Larson – Departamento de Mecánica UTFSM
Dirección: Arteaga Alemparte 943, Hualpén, Bio Bío.
Fecha de solicitud: 04.01.2024
Fecha del informe: 06.02.2024

Diagnóstico espacios y equipamiento actual laboratorio de materiales departamento de mecánica.

Objetivo:

Diagnosticar el espacio y equipamiento disponibles que existe en las dependencias del Departamento de Mecánica de la Universidad técnica Federico Santa María, para llevar a cabo el levantamiento de información para ejecutar el laboratorio de materiales.

Objetivos específicos.

- Revisión y prueba de todos los activos que actualmente se encuentran en desuso.
- Verificar certificación/calibración vigentes o vencidas de cada equipo.
- Condiciones mínimas de uso de espacio y recursos necesarios para procedimientos (agua, aire, extracción, etc.)

Equipos revisados:

1. Cortadora de disco abrasivo MECATOME T260.
2. Presa de montaje MECAPRESS 3
3. Lijadora y pulidora Minitech 233
4. Microscopio invertido para metalografía, modelo XDS – 3MET, OPTIKA.
5. Otros.