



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“DISEÑO DE UN LABORATORIO DE ENSAYOS
ELECTROMECAÑICOS BAJO LA NORMA ISO 17025 EN LA
EMPRESA ECUAMATRIZ CÍA. LTDA.”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA INDUSTRIAL

AUTORA:

SANDRA MYLENA BASTIDAS SALAZAR

Riobamba - Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“DISEÑO DE UN LABORATORIO DE ENSAYOS
ELECTROMECAÑICOS BAJO LA NORMA ISO 17025 EN LA
EMPRESA ECUAMATRIZ CÍA. LTDA.”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA INDUSTRIAL

AUTORA: SANDRA MYLENA BASTIDAS SALAZAR

DIRECTOR: Ing. JAIME IVÁN ACOSTA VELARDE, MSc.

Riobamba - Ecuador

2022

©2022, Sandra Mylena Bastidas Salazar

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Sandra Mylena Bastidas Salazar, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 21 de abril de 2022.



Sandra Mylena Bastidas Salazar

180378032-7

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación, Tipo: Proyecto Técnico, “**DISEÑO DE UN LABORATORIO DE ENSAYOS ELECTROMECAÑICOS BAJO LA NORMA ISO 17025 EN LA EMPRESA ECUAMATRIZ CÍA. LTDA.**”, realizado por la señorita: **SANDRA MYLENA BASTIDAS SALAZAR**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Eugenia Mercedes Naranjo Vargas PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-04-21
Ing. Jaime Iván Acosta Velarde, MSc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2022-04-21
Ing. Juan Carlos Cayán Martínez, Mg. ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2022-04-21

DEDICATORIA

El siguiente trabajo es dedicado a Dios y a la Virgen María, a mis padres, a mi familia, a Juan Andrés, quien, con la instauración de la fe y el amor, animó a mi espíritu, mi mente y cuerpo a vencer los miedos y afrontar con ímpetu los problemas generados en tiempos difíciles, les extiendo mi gratitud entera por su confianza y apoyo, por todo el valor infundido en mí para actuar con resiliencia ante las circunstancias y motivarme a continuar por el camino encomendado a Dios.

Sandra

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por brindarme las herramientas necesarias para formarme como una profesional competente, a la Carrera de Ingeniería Industrial, a sus docentes por impartirme sus conocimientos y motivarme hacia la resolución de problemas. A la vez quiero agradecer al Ing. Fernando Valencia, presidente ejecutivo de la empresa ECUAMATRIZ CÍA. LTDA, por la apertura para realizar el trabajo de titulación, al Ing., Marco Núñez, Gerente General y de igual forma a mi director, Ing. Iván Acosta y miembro del Trabajo de Titulación, Ing. Juan Carlos Cayán, por la generación de conocimiento y calidad humana.

Sandra

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
SUMMARY.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	4
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i>	4

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	5
2.1. NORMA ISO 17025:2018 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración”.....	5
2.1.1. <i>Requisitos generales</i>	5
2.1.2. <i>Requisitos sobre la estructura</i>	5
2.1.3. <i>Requisitos sobre los recursos</i>	5
2.1.4. <i>Requisitos del proceso</i>	6
2.1.5. <i>Requisitos del Sistema de Gestión</i>	6
2.2. Normativas de soporte a los requisitos de competencia técnica del laboratorio....	6
2.3. AMEF. Análisis del Modo y efecto de falla.....	6
2.4. Descripción de materiales expuestos a la intemperie.....	7
2.5. Ensayos para materiales por categoría.....	7

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	9
3.1.	Tipo de estudio	9
3.2.	Tipo de investigación	9
3.2.1.	<i>Investigación documental</i>	9
3.2.2.	<i>Investigación descriptiva</i>	9
3.3.	Metodología	9
3.3.1.	<i>Método deductivo- analítico</i>	9
3.3.2.	<i>Fases para el diseño del laboratorio de ensayos electromecánicos</i>	10
3.4.	Técnicas utilizadas	10
3.5.	Instrumentos	10
3.5.1.	<i>Matriz de selección de ubicación del laboratorio por el método de factores ponderados</i>	10
3.5.2.	<i>Matriz AMFE de proceso</i>	11
3.5.3.	<i>Cuestionario de evaluación conforme a la norma ISO 17025:2018</i>	12
3.5.4.	<i>Indicadores financieros, TIR, VAN</i>	13

CAPÍTULO IV

4.	DISEÑO DEL LABORATORIO	14
4.1.	Análisis AMEF para detección de los problemas de calidad en el proceso de producción de elementos metálicos y de policarbonato	14
4.2.	Descripción de ensayos	14
4.3.	Descripción de máquinas y equipos	17
4.4.	Análisis de los factores es para la ubicación del laboratorio de ensayos electromecánicos	24
4.4.1.	<i>Integración con otras compañías del grupo</i>	24
4.4.2.	<i>Disposición de mano de obra</i>	24
4.4.3.	<i>Disponibilidad de alojamiento</i>	24
4.4.4.	<i>Disponibilidad de servicios y recursos</i>	24
4.4.5.	<i>Disponibilidad de transporte y fluidez de circulación</i>	24
4.4.6.	<i>Disponibilidad de materiales</i>	24
4.4.7.	<i>Disponibilidad de infraestructura</i>	25
4.4.8.	<i>Conveniencias del terreno y del clima</i>	25
4.4.9.	<i>Requisitos de seguridad</i>	25
4.4.10.	<i>El costo del emplazamiento</i>	25

4.4.11.	<i>La situación política</i>	26
4.4.12.	<i>Concesiones especiales</i>	26
4.5.	Factores para una buena distribución	27
4.5.1.	<i>El tamaño</i>	27
4.5.2.	<i>Altura requerida de los techos</i>	27
4.5.3.	<i>Cargas por soportar</i>	27
4.5.4.	<i>Acceso</i>	27
4.5.5.	<i>Iluminación</i>	27
4.5.6.	<i>Condiciones climáticas</i>	28
4.5.7.	<i>Servicios</i>	28
4.5.8.	<i>Eliminación y tratamiento de desperdicios</i>	28
4.5.9.	<i>Requerimientos especiales para los ensayos</i>	28
4.5.10.	<i>Acomodo de oficinas</i>	28
4.6.	Criterios para una buena distribución	28
4.6.1.	<i>Flexibilidad máxima</i>	28
4.6.2.	<i>Coordinación máxima</i>	28
4.6.3.	<i>Utilización máxima del volumen</i>	29
4.6.4.	<i>Visibilidad máxima</i>	29
4.6.5.	<i>Accesibilidad máxima</i>	29
4.6.6.	<i>Distancia mínima</i>	29
4.6.7.	<i>Manejo mínimo</i>	29
4.6.8.	<i>Incomodidad mínima</i>	29
4.6.9.	<i>Seguridad inherente</i>	30
4.6.10.	<i>Seguridad máxima</i>	30
4.7.	Distribución del laboratorio	34
4.7.1.	<i>Delimitación de las áreas requeridas en base a los ensayos a efectuarse en el laboratorio</i>	34
4.7.2.	<i>Planteamiento del layout del laboratorio de ensayos electromecánicos</i>	35
4.8.	Diseño documental en función a la norma NTE INEN ISO 17025:2018	36
4.8.1.	<i>Requisitos generales</i>	36
4.8.2.	<i>Requisitos relativos a la estructura</i>	37
4.8.3.	<i>Requisitos relativos a los recursos</i>	38
4.8.3.1.	<i>Personal</i>	38
4.8.3.2.	<i>Instalaciones y condiciones ambientales</i>	39
4.8.3.3.	<i>Equipamiento</i>	40
4.8.3.4.	<i>Trazabilidad meteorológica</i>	41
4.8.3.5.	<i>Productos y servicios suministrados</i>	41

4.8.4. Requisitos del proceso	42
4.8.4.1. Revisión de solicitudes, ofertas y contratos	42
4.8.4.2. Selección, verificación y validación de métodos	42
4.8.4.3. Muestreo	42
4.8.4.4. Manipulación de los ítems de ensayo y calibración	42
4.8.4.5. Registros técnicos	43
4.8.4.6. Evaluación de la incertidumbre de medición	43
4.8.4.7. Aseguramiento de la validez de los resultados	43
4.8.4.8. Informe de resultados	43
4.8.4.9. Quejas	43
4.8.4.10. Trabajo no conforme	43
4.8.4.11. Control de los datos y gestión de la información	43
4.8.5. Requisitos del sistema de gestión	44
4.9. Validación del laboratorio en función al cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 17025:2018	45
4.10. Análisis económico del laboratorio de ensayos electromecánicos	49
CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES	52
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1:	Normativa de soporte a la ISO 17025:2018	6
Tabla 2-2:	Propiedades de los materiales más comunes expuestos a la intemperie.....	7
Tabla 2-3:	Sistematización de Ensayos para el cumplimiento de estándares de calidad	7
Tabla 3-1:	Matriz para selección óptima del lugar del laboratorio	10
Tabla 3-2:	Matriz de decisión para selección óptima del lugar del laboratorio	11
Tabla 3-3:	Ponderación del Nivel de severidad para evaluar el nivel de riesgo futuro.....	12
Tabla 3-4:	Ponderaciones para evaluar el nivel de riesgo futuro. Ocurrencia.	12
Tabla 3-5:	Ponderaciones de detección para evaluar nivel de riesgo futuro.....	12
Tabla 3-6:	Ponderación nivel cumplimiento requisitos de la norma ISO 17025:2018	13
Tabla 4-1:	Descripción de ensayos con su respectiva norma.....	15
Tabla 4-2:	Descripción de máquinas del laboratorio	17
Tabla 4-3:	Descripción de los equipos e instrumentos del laboratorio	19
Tabla 4-4:	Análisis cuantitativo de selección de la ubicación para el laboratorio	26
Tabla 4-5:	Descripción de riesgos asociados a los equipos de ensayo	30
Tabla 4-6:	Equipos de protección personal para los ensayos del laboratorio	31
Tabla 4-7:	Señalética de obligatoriedad y advertencia dentro del laboratorio.....	32
Tabla 4-8:	Señalética contra incendios, salvamento, informativas y prohibición.....	33
Tabla 4-9:	Requerimientos estructurales de las áreas del laboratorio de ensayos	34
Tabla 4-10:	Política de calidad del laboratorio	37
Tabla 4-11:	Objetivos de calidad del laboratorio.....	37
Tabla 4-12:	Alcance del laboratorio	38
Tabla 4-13:	Organigrama estructural del laboratorio de ensayos	38
Tabla 4-14:	Personal competente al laboratorio	39
Tabla 4-15:	Registro de hoja de vida de equipos	40
Tabla 4-16:	Identificación del estado de los equipos.....	41
Tabla 4-17:	Hoja de proceso de ensayo de corrosión en cámara de niebla salina	44
Tabla 4-18:	Requisitos del sistema de gestión	45
Tabla 4-19:	Costos estimados del proyecto del laboratorio de ensayos electromecánicos...	49

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 4-1:	Caracterización del proceso operacional del laboratorio EMLAB.....	36
Ilustración 4-2:	Evaluación porcentual del requisito 4. Requisitos generales.	46
Ilustración 4-3:	Evaluación porcentual del requisito 5. Requisitos relativos a la estructura .	46
Ilustración 4-4:	Evaluación porcentual del requisito 6. Requisitos relativos a los recursos ..	47
Ilustración 4-5:	Evaluación porcentual del requisito 7. Requisitos del proceso	47
Ilustración 4-6:	Evaluación porcentual del requisito 8. Requisitos del sistema de gestión ...	48
Ilustración 4-7:	Total de requisitos ISO 17025:2018.....	48

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** AMEF PROCESOS ECUAMATRIZ. CÍA. LTDA.
- ANEXO B:** LAYOUT LABORATORIO
- ANEXO C:** PROCEDIMIENTOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD
- ANEXO D:** REGISTROS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD
- ANEXO E:** DOCUMENTOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD
- ANEXO F:** PROCEDIMIENTOS DE ENSAYOS
- ANEXO G:** DIAGRAMAS DE PROCESOS
- ANEXO H:** DIAGRAMAS DE RECORRIDO
- ANEXO I:** HOJAS DE PROCESO
- ANEXO J:** REGISTROS DE ENSAYOS
- ANEXO K:** FICHAS TÉCNICAS
- ANEXO L:** LISTA MAESTRA
- ANEXO M:** CUESTIONARIO SAE ISO 17025
- ANEXO N:** ANÁLISIS DE COSTOS
- ANEXO O:** EXTRACTOS DE NORMAS

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

SGC	Sistema de Gestión de calidad
SAE	Servicio de acreditación ecuatoriano
ONAC	Organismo de Acreditación Nacional de Colombia
ISO	Organización Internacional de Estandarización
ODS	Objetivo de Desarrollo sostenible
INEN	Servicio Ecuatoriano de Normalización

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo diseñar un laboratorio de ensayos electromecánicos bajo la norma ISO 17025, en la empresa ECUAMATRIZ CÍA. LTDA, para el aseguramiento de la calidad de los productos expuestos a la intemperie. Para ello se aplicó la metodología tipo deductivo-analítico empezando en primer lugar con la recopilación de la información que fue estipulada bajo la normativa NTE-INEN-ISO/IEC:2018 para el cumplimiento de los requisitos funcionales del laboratorio de ensayos y para el aseguramiento de la calidad de los productos metálicos y de policarbonato, los mismos que sufren daños a causa de las condiciones climáticas, también se cuantificaron los modos y efectos de fallas en una matriz AMEF de proceso, donde se definió el riesgo asociado a los efectos futuros que pueden alterar las propiedades y garantías técnicas de los productos, ponderando los factores de localización del laboratorio en función al potencial mercado así como los factores necesarios para generar una buena distribución de los equipos de ensayos, aplicando la ISO 17025. Obteniendo como resultado donde se cuantificaron los requisitos mediante una lista de chequeo, donde el porcentaje de cumplimiento fue del 66,67 % en virtud de encontrarse en la etapa de diseño documental y en el análisis económico se obtuvo una tasa interna de retorno del 22%, haciendo que el proyecto sea factible con el desarrollo de la documentación necesaria con la elaboración de: acta de imparcialidad y confidencialidad, documento de la política y registros de imparcialidad, confidencialidad y matriz de conflicto de intereses. Concluyendo que la validación del diseño del laboratorio se realizó en función al cuestionario SAE alcanzando una implementación del 66,67% que constituye la etapa de diseño. Recomendando gestionar la acreditación bajo el alcance de productos de protección eléctrica y posteriormente expandirse a productos compatibles con los ensayos ejecutados.

Palabras clave: <LABORATORIO DE ENSAYOS>, <ENSAYOS ELECTROMECAÑICOS>, <ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLAS (AMEF)>, <EQUIPOS DE ENSAYOS>, <PRUEBA DE IMPACTO>.

1772-DBRA-UPT-2023



SUMMARY

The aim of this work was to design an electromechanical testing laboratory under the ISO 17025 standard, in the company ECUAMATRIZ CÍA. LTDA, for the quality assurance of products exposed to the elements. The deductive-analytical methodology was initially applied with the collection of information prescribed in the NTE-INEN-ISO/IEC:2018 standard for meeting the functional requirements of the testing laboratory and for the quality assurance of metal and polycarbonate products, the same that suffer damage due to weather conditions. The modes and effects of failures were quantified in a process FMEA matrix, in which the risk associated with future effects that could alter the characteristics and technical guarantees of the products was defined, weighing the factors of the laboratory location according to the potential market as well as the factors were necessary to achieve a good distribution of testing equipment using ISO 17025. The requirements were quantified by means of a checklist, obtaining a percentage of compliance of 66.67% for being in the documentary design stage. In the economic analysis, an internal rate of return of 22% was obtained, making the project feasible with the development of the necessary documentation with the elaboration of the impartiality and confidentiality act, policy document, and records of impartiality, confidentiality, and conflict of interest matrix. It is concluded that the laboratory design was validated according to the Ecuadorian Accreditation Service questionnaire (SAE acronym in Spanish), reaching an implementation rate of 66.67%, representing the design phase. It is recommended to manage the accreditation under the scope of electrical protection products and subsequently expand to products compatible with the tests performed.

Keywords: <TESTING LABORATORY>, <ELECTROMECHANICAL TESTS>, <FAILURE MODES AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA)>, <TESTING EQUIPMENT>, <IMPACT TESTING>.



Lic. Angela Cecibel Moreno Novillo

0602603938

INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo nace del compromiso de la empresa Ecuamatriz Cía. Ltda. por generar productos de calidad para el sector de distribución de energía eléctrica como del sector manufacturero y a la vez como estrategia para la mejora continua del Sistema de Gestión de Calidad (SGC), donde se requiere la validación de los productos como de los procesos productivos a través de pruebas o ensayos que demuestren su capacidad técnica y brinden a sus clientes la confiabilidad, seguridad y fiabilidad de los sistemas de protección de equipos eléctricos, resguardando la salud e integridad de las personas.

En este sentido para garantizar y reafirmar la calidad de los productos y trabajar conforme al séptimo Objetivo del Desarrollo Sostenible (ODS) que busca garantizar el acceso a la energía de forma segura y totalmente asequible, la participación del sector privado se vuelve parte integral de la infraestructura resiliente de la industrialización del País con miras a la mejora de la productividad energética, es así que se propone el diseño del laboratorio de ensayos electromecánicos como iniciativa de desarrollo sólido para el sector eléctrico y manufacturero, impulsando al crecimiento y desarrollo económico y tecnológico del país.

Este trabajo está realizado bajo cuatro ejes de diseño, el primero se consolida bajo un análisis de ubicación y distribución de la planta considerando factores ambientales, el segundo comprende la estructura de la norma NTE ISO 17025:2018 a fin de garantizar la competencia técnica de los productos, la imparcialidad, independencia y confidencialidad de los resultados, se destaca el uso de normativas aplicables a ensayos electromecánicos de alcance: tableros y gabinetes de acero de bajo carbono laminado en frío, cajas de policarbonato, visores de vidrio, análisis de corrosividad de aceros laminados en frío, espesores de pintura, consideraciones técnicas de las maquinarias que conjugan el análisis mecánico con la simulación de intemperismo acelerado y factores que constituyen la ingeniería de proyecto, el tercero constituye la ingeniería documental que estipula la documentación de los procesos conforme al alcance del laboratorio, el análisis estadístico para la obtención de resultados confiables, consideraciones ambientales de acondicionamiento, procedimientos, registros de datos, análisis e interpretación de resultados, redacción de informes finales y análisis de fallos y defectos categorizados dentro de la gestión de la información para asegurar la confidencialidad y la validez metrológica con reconocimiento internacional, puntos que son calificados porcentualmente bajo un cuestionario de cumplimiento con la norma ISO 17025 y el cuarto, un análisis económico enfocado a la viabilidad de construcción y desarrollo del laboratorio.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

La empresa privada Ecuamatrix Cía. Ltda., ubicada en la ciudad de Ambato, en la parroquia Santa Rosa, diseña, fabrica y comercializa productos metálicos y policarbonato para el sector metalmeccánico y elementos para la distribución de energía eléctrica; dentro de sus productos se encuentran: cajas y tableros de protección para medidores de energía eléctrica, cajas de distribución y centros de carga de energía eléctrica, cajas de protección de medidores de agua potable, carretillas, luminarias y contenedores para desechos sólidos, además provee servicios de matricería, corte a láser, pintura electrostática e inyección de aluminio y plástico.

La empresa, con más de 34 años de logros dentro del sector de distribución de energía eléctrica, línea de agua potable y matricería, ha alcanzado un gran reconocimiento y prestigio en el Ecuador y a razón de su ardua labor, es consciente de los problemas que ocurren por factores tanto internos como externos, controlables y eventos al azar como la corrosión y degradación de los materiales a causa de su exposición a condiciones medioambientales extremas, fenómenos químicos o al estar sometidas por una gran extensión de tiempo, ocasionado así la disminución de la vida útil de los equipos, desgaste parcial y total, en este contexto, empresas del sector matricero, pinturas y recubrimientos, plásticos, desarrollo de materiales, se han encontrado con los mismos inconvenientes que se traducen en pérdidas económicas.

A nivel macro, empresas con reconocimiento internacional capaces de demostrar su aval técnico, compiten cada vez más por estructurarse dentro del comercio del país, pero bajo la estructura de la matriz productiva de desarrollo socioeconómico del país, son más las empresas que buscan generar aporte productivo al desarrollo sostenible con la capacidad de competir internacionalmente y por ello se hace necesario contar con el aval de organismos internacionales que validen las estructuras productivas consolidadas dentro del país como el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE), y bajo la normativa ISO 17025:2018, es posible avalar la capacidad técnica de los laboratorios para generar datos y resultados técnicamente válidos, de modo que se garantice el cumplimiento de los requerimientos técnicos, la calidad y fiabilidad de los productos y a la vez dar el soporte a la trazabilidad de la línea productiva.

1.2. Planteamiento del problema

A causa del plazo de tiempo en los contratos para ofertar los productos de la línea de distribución de energía eléctrica y extendido tiempo de acceso a informes de cumplimiento con los requisitos técnicos, ha ocasionado la disminución en las ventas y retrasos en la línea de producción por cambios en los requisitos técnicos de la demanda, y reconfiguración de la parametrización de las máquinas, a más de ello para validar la confiabilidad en el análisis de los parámetros de calidad, así como en los procesos, un laboratorio con la capacidad de respuesta y validación técnica se hace indispensable.

Además, en el país, al no contar con un laboratorio de ensayos con alcance: protección de equipos eléctricos, se incurren en costos de logística por envíos al extranjero y problemas en el tiempo de respuesta, otro inconveniente que se presenta son las quejas de los clientes y devoluciones de los productos al no cumplir con la calidad ofertada por falta de estudios de comprobación de la repetibilidad en las máquinas que configuran a diario la línea productiva hasta llegar a su vida útil.

Es así que, para mantener los niveles de participación en el mercado, rentabilidad y acceder a mercados internacionales, y lograr procesos altamente confiables mediante la aplicación de ensayos técnicos que validen la conformidad de los procesos y la seguridad y fiabilidad de los productos; como su prevención al deterioro y estimación de vida útil, es preciso plantear el diseño del laboratorio de ensayos electromecánicos bajo la normativa ISO 17025:2018, que permitirá establecer las directrices generales para un adecuado diseño, incentivando al aseguramiento de la calidad como una estrategia de mejora continua para la empresa, y ofertando un nuevo servicio para empresas que requieran ejecutar ensayos para validar productos metálicos, de policarbonato, destinados a la exposición a la intemperie y protección general de circuitos eléctricos con planes de certificación de sus productos, con esto se beneficiará la empresa, partes interesadas del sector eléctrico y empresas de innovación de materiales.

1.3. Justificación

Ecuamatrix Cía. Ltda. en función a sus objetivos estratégicos, se ha proyectado a disponer de un laboratorio íntegro de ensayos electromecánicos para afianzar la calidad de sus productos, además al contar con una innovación continua en la oferta de sus servicios, valida constantemente la calidad de estos en función a ensayos, que al no poderlos ejecutar en el país, se los lleva a cabo en el extranjero incurriendo en costos de envío y sobre todo en la espera de tiempos de respuesta, lo que hace que hasta que no se obtenga la validación de la muestra piloto, la producción se retrase

y se incurra en costos ocultos de fábrica. Por lo que, con la realización de este trabajo de titulación la empresa Ecuamatrix Cía. Ltda. Dispondrá de un planteamiento inicial de diseño del laboratorio de ensayos electromecánicos, permitiendo establecer las directrices técnicas en cuanto a los ensayos y equipos necesarios para la consecución de los objetivos de calidad de su sistema de gestión, con ello se garantizará que se lleve un proceso transparente para la aprobación adecuada de la garantía técnica entregada al cliente.

Además, el contar con un laboratorio de ensayos electromecánicos, permitirá el aseguramiento de la calidad, de competencia técnica, clarificación de la interacción de los procesos y expansión a mercados internacionales de los componentes para la distribución de energía eléctrica, con especial relevancia a la validación, confiabilidad y fiabilidad de los productos, asimismo en función a su Sistema de Gestión de Calidad basado en la norma ISO 9001:2015 se sustenta la necesidad de validar técnicamente sus procesos y productos a través de informes técnicos de laboratorios de ensayos que funcionen bajo la normativa ISO 17025 y que permita a Ecuamatrix Cía. Ltda. Posicionarse como una empresa proveedora líder de elementos para la distribución de energía eléctrica y del sector metalmeccánico.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Diseñar un laboratorio de ensayos electromecánicos bajo la norma ISO 17025, en la empresa ECUAMATRIZ CÍA. LTDA, para el aseguramiento de la calidad de los productos expuestos a la intemperie.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar las variables de diseño, instalación y equipamiento para el laboratorio de ensayos en base a la Ingeniería de Plantas
- Esquematizar la distribución del laboratorio de ensayos electromecánicos con capacidad tecnológica a partir del análisis técnico de las máquinas y equipos
- Elaborar la documentación de respaldo y control para llevar a cabo procedimientos eficientes de análisis de parámetros técnicos bajo normativa NTE INEN-ISO/IEC 17025:2018.
- Validar el diseño documental del laboratorio en función a la norma ISO 17025:2018.
- Realizar un estudio económico para verificar la factibilidad del proyecto.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. NORMA ISO 17025:2018 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración”

Establece los criterios necesarios para garantizar la competencia técnica y la fiabilidad de resultados, así como la presentación de informes de ensayos realizados en los laboratorios. Con la normativa se busca mantener el desempeño eficaz del Sistema de Gestión de Calidad orientado a satisfacer del cliente, la optimización de los recursos, la detección y gestión de las no conformidades y acciones correctivas. (NTE INEN ISO/IEC 17025, 2018)

2.1.1. *Requisitos generales*

- **Imparcialidad:** Generación de resultados en forma objetiva y libre de conflictos de interés.
- **Confidencialidad:** Deben existir acuerdos legales como base del resguardo de la información de las partes interesadas.

2.1.2. *Requisitos sobre la estructura*

El laboratorio debe ser una entidad legal, contar con la documentación del talento humano de la dirección y áreas técnicas con sus respectivas responsabilidades, procedimientos, operaciones técnicas, recursos para la implementación y mejora del sistema de gestión, identificación de desviaciones, acciones de prevención y comunicación efectiva de las actividades realizadas. (NTE INEN ISO/IEC 17025, 2018)

2.1.3. *Requisitos sobre los recursos*

El laboratorio debe contar con procedimientos y registros para seleccionar, formar, supervisar y autorizar al personal en cuanto al desarrollo, modificación, validación de métodos, análisis e interpretación de resultados para instaurar el personal competente con habilidades, de igual manera contar con procedimientos para la manipulación, transporte, almacenamiento, mantenimiento y calibración de los equipos a fin de asegurar su buen uso y conservación, documentos de los requisitos de las instalaciones, equipos; incluyendo los patrones de medición, software, condiciones ambientales adecuadas. (NTE INEN ISO/IEC 17025, 2018)

2.1.4. *Requisitos del proceso*

Se debe contar con un procedimiento para aceptar solicitudes, ofertas y contratos en base a la capacidad y los recursos con que cuenta el laboratorio, así como la normativa a aplicarse y estipulaciones por parte del cliente. (NTE INEN ISO/IEC 17025, 2018)

2.1.5. *Requisitos del Sistema de Gestión*

Para asegurar la calidad de los resultados obtenidos, el laboratorio debe establecer, documentar, implementar y mantener un Sistema de Gestión, en cumplimiento de los objetivos, políticas, controlar de documentos y registros, establecer acciones para abordar los riesgos y aportar con acciones correctivas comprometidas a la mejora de la eficacia del sistema. (NTE INEN ISO/IEC 17025, 2018)

2.2. Normativas de soporte a los requisitos de competencia técnica del laboratorio

Tabla 2-1: Normativa de soporte a la ISO 17025:2018

NORMA	DETALLE
ISO 9001:2015 Sistema de Gestión de la Calidad	Norma certificable de control y atención a las partes interesadas, enfoque basado en riesgos y satisfacción del cliente.
NTC-ISO 9004:2018 Gestión para el éxito sostenido en una organización	Basado en el enfoque de gestión de la calidad, propicia la información orientada al alcance de la perdurabilidad del éxito.
ISO 17000:2020 Evaluación de la conformidad.	Proceso de apoyo a la constatación del cumplimiento de los requisitos.
UNE 66177:2005 Guía para la integración de los sistemas de gestión.	Gestión por procesos para la integración de los sistemas.

Fuente: (ISO 9001:2015) (NTC-ISO 9004:2018) (ISO 17000:2020) (UNE 66177:2005)

Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022

2.3. AMEF. Análisis del Modo y efecto de falla

Es una herramienta que permite definir el nivel de riesgo asociado a la severidad, ocurrencia y detección de causas que pueden provocar fallos en la magnitud proyectada.

AMEF diseño del producto: Descomposición de los posibles fallos en el producto y asociado a su funcionalidad.

AMEF proceso: Búsqueda de los posibles fallos a lo largo de la cadena productiva.

AMEF sistema: Configuran la compatibilidad entre los componentes.

2.4. Descripción de materiales expuestos a la intemperie

Entre los materiales más comunes utilizados a nivel industrial para la exposición a la intemperie, se concentran: productos metálicos, policarbonato y vidrio.

Tabla 2-2: Propiedades de los materiales más comunes expuestos a la intemperie

TIPO DE MATERIAL			
METÁLICOS		POLICARBONATO	VIDRIO
Aceros de bajo carbono SAE 1005-1030 (<0,3%C) laminados en frío y aceros de alta resistencia, denominados Corten: acero de baja aleación 0,2-0,5 % Cu, 0,5-1,5% Cr y 0,1-0,2% P.	Maleabilidad	Resistencia a los impactos.	Resistencia a la intemperie.
	Maquinabilidad	Transparencia.	Maleable
	Soldabilidad	Protección contra rayos UV.	Transparencia
	Acabados superficiales uniformes.	Resistente a la deformación térmica.	Protección contra la corrosión.
	Mayor Resistencia a la corrosión que los laminados en caliente.		
	Protección contra choques.		

Fuente: (Ingemecanica, 2022)

Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022

2.5. Ensayos para materiales por categoría

En la tabla 3-2, se presentan los ensayos generales aplicados a materiales de uso común empleados en productos expuestos a la intemperie y en función a sus propiedades de resistencia a las condiciones climáticas.

Tabla 2-3: Sistematización de Ensayos para el cumplimiento de estándares de calidad

TIPO DE ENSAYO	ENSAYO	DEFINICIÓN
MECÁNICO DESTRUCTIVO: Se realizan para categorizar las propiedades físicas,	Dureza	El durómetro es forzado a estar en contacto con la superficie.
	Prueba de impacto	Ensayo dinámico donde se golpea una probeta para romper en una máquina de péndulo y valorar la energía requerida para fracturar el material.

químicas y mecánicas de los materiales.	Prueba contra impacto	Mide la capacidad de resistencia del material.
	Grado de protección.	Se evalúa al índice de hermeticidad del material.
MECANICO NO DESTRUCTIVO: Análisis de las propiedades de los materiales sin efectuar daños.	Tintas penetrantes	Detección de discontinuidades como fisuras, traslapes, poros y desgastes.
	Partículas magnéticas	Magnetización del material con un imán polarizado en donde la acumulación de partículas determina la presencia de discontinuidades
ENSAYOS CLIMÁTICOS: Configura las condiciones climáticas en un ambiente controlado.	Resistencia a la corrosión, Categoría de la corrosividad y condensación	Pulverización continua de agua tipo V: en la cámara Salina bajo temperatura y pH controlados y concentración de cloruro de sodio.
	Prueba de envejecimiento acelerado UV.	Simula los daños efectuados por el sol mediante lámparas fluorescente y la lluvia mediante pulverización. Simula daños como: desintegración, agrietamiento, pérdida de robustez, fisuración, formación de ampollas y oxidación.

Fuente: (NTC 3444, 1992) (ASTM B117)

Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de estudio

El trabajo ejecutado es de tipo técnico desarrollado para la empresa Ecuamatrix Cía. Ltda., definido como un laboratorio de ensayos electromecánicos, donde se consideran aspectos de valoración de equipos, ensayos y documentación en función a la norma ISO 17025:2018.

3.2. Tipo de investigación

3.2.1. *Investigación documental*

La investigación fue aplicada en base a revisiones de proyectos técnicos, trabajos de titulación, informes, manuales y normativas, lo que permitió establecer una fundamentación bibliográfica para la ejecución del trabajo presentado.

3.2.2. *Investigación descriptiva*

Se desarrolla este tipo de investigación, ya que se describe con precisión los ensayos, equipos, parámetros y factores para un correcto diseño del laboratorio de ensayos, en función a los requerimientos de la ISO 17025:2018.

3.3. Metodología

3.3.1. *Método deductivo- analítico*

Se aplica el método deductivo-analítico en función a que se determinaron en primer lugar los ensayos aplicables al alcance del laboratorio, especificando sus aplicaciones correspondientes a los equipos a utilizarse en función a sus pruebas.

3.3.2. Fases para el diseño del laboratorio de ensayos electromecánicos

Tabla 3-1: Matriz para selección óptima del lugar del laboratorio

	FASES	METODOLOGÍA
1	Parametrización de factores de diseño	Análisis de factores de localización, diseño y regulaciones comprendidas en el marco legal de construcción, seguridad e integridad del personal y matriz de análisis por factores ponderados.
2	Esquematación del laboratorio de ensayos electromecánicos.	Construcción del layout bajo la configuración y análisis de los tipos de ensayos, áreas operativas requeridas y reglamento de seguridad e higiene.
3	Diseño de la documentación de conformidad a la normativa ISO 17025:2018	Diseño estructural documental bajo los requerimientos de la Normativa NTE ISO 17025:2018.
4	Validación técnica del laboratorio	Evaluación mediante una lista de chequeo, los puntos pertinentes de cumplimiento con la normativa ISO 17025.
5	Estudio económico	Empleo de indicadores económicos TIR, VAN.

Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022

3.4. Técnicas utilizadas

Como fuente primaria, la recopilación de la información fue estipulada bajo la normativa NTE-INEN-ISO/IEC:2018 para el cumplimiento de los requisitos funcionales del laboratorio de ensayos, por otro lado, en función a las normas internacionales de ensayos para materiales expuestos a la intemperie, se gestionó la información para dar soporte técnico documental al diseño del laboratorio.

3.5. Instrumentos

3.5.1. Matriz de selección de ubicación del laboratorio por el método de factores ponderados

Esta metodología de ponderación permite calificar el lugar óptimo de ubicación en función a los 11 factores del entorno, a los cuales se les asigna pesos según su importancia y se asigna valores en escala de 0 a 5 comparándose entre las propuestas, se multiplica el peso por cada factor y se obtiene un resultado para cada alternativa, donde el mayor porcentaje obtenido es la alternativa idónea.

Tabla 3-2: Matriz de decisión para selección óptima del lugar del laboratorio

	PESO %	LUGAR 1		LUGAR 2		LUGAR 3		LUGAR 4	
		DETALLE	PUNTAJ E	DETALL E	PUNTAJ E	DETALL E	PUNTAJ E	DETALL E	PUNTAJ E
Integración	15								
Mano de obra	5								
Alojamiento	5								
Servicios	15								
Transporte y fluidez	5								
Materiales	5								
Infraestructu ra	5								
Terreno y clima	20								
Seguridad	10								
Costo de emplazamient o	5								
Situación política	10								
SUMATORI A	100 %								

Fuente: (García, y otros, 2019)

Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022

3.5.2. Matriz AMFE de proceso

Para efectos de cálculo, en base a las siguientes figuras, se asignan valores de severidad, incidencia y detección dependiendo en cada caso del modo y efecto de falla encontrado y se calcula el Número prioritario de Riesgo en función a la multiplicación de estos índices y su valor define la jerarquía para tomar acciones correctivas.

Tabla 3-3: Ponderación del Nivel de severidad para evaluar el nivel de riesgo futuro

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Repercusiones imperceptibles	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
Baja Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observaría un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable	2-3
Moderada Defectos de relativa importancia	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema	4-6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7-8
Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10	9-10

Fuente: (NTP 679, 2004)

Tabla 3-4: Ponderaciones para evaluar el nivel de riesgo futuro. Ocurrencia.

FRECUENCIA	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2-3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4-5
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	6-8
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9-10

Fuente: (NTP 679, 2004)

Tabla 3-5: Ponderaciones de detección para evaluar nivel de riesgo futuro

DETECTABILIDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	2-3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción	4-6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7-8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final	9-10

Fuente: (NTP 679, 2004)

3.5.3. Cuestionario de evaluación conforme a la norma ISO 17025:2018

Bajo el cuestionario de denominación SAE FPA06 07L R01, para la autoevaluación de laboratorios de ensayo y calibración para el cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 17025 y evaluar la competencia técnica de laboratorios, se analiza para cada requisito en una escala del 0 al 5 que correspondiente al nivel de cumplimiento de los requisitos, donde:

Tabla 3-6: Ponderación nivel cumplimiento requisitos de la norma ISO 17025:2018

0	NO / NA (No Aplica)
3	DI/SI: Sistemática Definida documentalmente e implantada eficazmente
2	DNI: Sistemática Definida documentalmente pero No Implantada eficazmente
1	NDA: Sistemática No Definida documentalmente, pero existen actuaciones que pretenden resolver la cuestión.
0	NDNA: No se ha Definido sistemáticamente alguna Ni se realizan actuaciones relativas a la cuestión.

Fuente: (SAE, 2019)

Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022

3.5.4. Indicadores financieros, TIR, VAN

En base al informe de los diversos indicadores de calidad generados por el departamento de control de calidad: se procede a analizar los datos entregados por el departamento para saber cuál es el área crítica donde debe ser estandarizado el proceso para una mejora en la calidad.

TIR. - Tasa de interés o rentabilidad de un proyecto cuyo objetivo es presentar la ganancia prometida de un proyecto de inversión a lo largo de su vida útil, se calcula de la siguiente forma:

$$TIR = \sum_{t=0} \frac{FC}{(1+r)^t} = 0$$

VAN. – Representa al valor presente de los beneficios netos que genera un proyecto a lo largo de su vida útil. (Blank, 2012)

$$VAN = -I_0 + \frac{F1}{(1+i)^1} + \frac{F2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{Fn + VS}{(1+i)^n}$$

CAPÍTULO IV

4. DISEÑO DEL LABORATORIO

4.1. Análisis AMEF para detección de los problemas de calidad en el proceso de producción de elementos metálicos y de policarbonato

Con la finalidad de determinar el alcance del laboratorio y como base en los procesos productivos de la empresa Ecuamatrix Cía. Ltda., se analizaron los problemas y efectos con el uso de la metodología AMEF constatada en el Anexo A, primero si identificaron las áreas del proceso general, dentro de cada una se describieron los problemas más comunes, luego con base a la experticia del talento humano de la empresa ECUAMATRIZ. CÍA. LTDA, se detallaron los efectos que se podrían ocasionar y que en efecto ya han suscitado, después, se analizó la causa más probable y se cuantificaron los niveles de ocurrencia severidad y detección, pudiendo establecerse las acciones correctivas.

Es así, que se identificó que los mayores niveles de riesgo se encuentran en los aspectos relacionados con la calidad, este enfoque determina y da relevancia al aseguramiento de la calidad, donde las acciones correctivas a tomarse apuntan al control riguroso de la calidad de los productos como de su fiabilidad y por ende mitigar el impacto de los riesgos sobre el proceso productivo.

De modo que los niveles críticos con necesidades prioritarias de atención, se enmarcan en el área de calidad, donde se hacen necesarias las acciones correctivas a fin de reducir los riesgos y cumplir con la política de calidad de la mejora continua de la empresa.

4.2. Descripción de ensayos

En la siguiente tabla, se muestran los ensayos pertinentes al análisis de tableros o gabinetes de protección de equipos eléctricos y de policarbonato, como puntos de partida para la posterior selección de máquinas y equipos.

Tabla 4-1: Descripción de ensayos con su respectiva norma

SISTEMATIZACIÓN DE ENSAYOS			
TIPO	ENSAYO	NORMA APLICABLE	DESCRIPCIÓN DE NORMA
Mecánicos	Espesor de la pintura	ASTM D 14000	Método de prueba estándar para la medición no destructiva del espesor de película seca de recubrimientos no conductores aplicados a una base de metal no ferroso
	Control dimensional	NTE-INEN-ISO 2859	Establece los procedimientos de muestreo para una inspección por atributos, definiendo programas de muestro clasificados por el nivel aceptable de calidad (AQL) para inspección lote a lote.
		NTE-INEN-ISO 2768-1	Especifica las tolerancias generales para dimensiones lineales y angulares sin indicaciones de tolerancia individual haciendo buen uso y aplicación de las calidades e intervalos de tolerancias dimensionales en las cotas de piezas
		NTE INEN-OIML/JCGM 200:2011	Proporciona las definiciones y términos utilizados en metrología.
		NTE-INEN-ISO 5725-1	Establece los principios generales para evaluar la exactitud (veracidad y precisión de los resultados y métodos de medición.
		NTE-INEN-ISO 5725-2	Determina un método para analizar la repetibilidad y reproducibilidad de un método de medición estándar
	Tracción de la pintura	ASTM D4541	Utilizado en función al método de prueba estándar para la resistencia a la tracción de revestimientos utilizando probadores de adhesión.
	Impermeabilidad	IEC 60529 / NTC 3279	Establece como clasificar los grados de protección proporcionados por los contenedores que resguardan los materiales eléctricos de un equipo.
	Resistencia al impacto	IEC 60068-2-75	Detalla como ensayos ambientales los diferentes métodos de prueba de resistencia al impacto, para demostrar la resistencia mecánica de un producto.
		ASTM D1822, ASTM D256, ISO 8256	Establecen las directrices para la ejecución de ensayos de tracción por impacto en plásticos.
		ASTM E23	Describe las pruebas de impacto de probetas metálicas pequeñas.
	Resistencia a la abrasión, existencia a la abrasión	NTE-INEN-ISO 5470-1	Especifica un método para la evaluación de la resistencia al desgaste de plásticos o cauchos.
		ASTM D1044	Este método de prueba describe un procedimiento para estimar la resistencia de los plásticos transparentes a un tipo de abrasión

			superficial midiendo el cambio en sus propiedades.
	Dureza	ISO 7619-1	Determina la dureza de indentación de caucho o termoplástico, por medio de un durómetro de bolsillo.
		ASTM A956 / A956M-17	Establece un método de prueba estándar para la medición de dureza en productos de acero, que solo mide la condición de la superficie contactada.
Ensayos no destructivos	Tintas penetrantes	ISO 3452-1	Especifica un método de ensayo no destructivo por prueba de penetración utilizado para detectar discontinuidades como grietas, porosidad, falta de fusión, etc., que se aplica principalmente a materiales metálicos.
		ISO 3452-2	Especifica los requisitos técnicos y los procedimientos de prueba para los materiales penetrantes.
	Ultrasonido	ISO 7963	Detalla las dimensiones, material, fabricación y métodos para la calibración y comprobación del equipo de ensayo por ultrasonidos.
Climático	Corrosión	ASTM B117	Especifica el equipo, procedimiento, funcionamiento y las condiciones requeridas para efectuar el ensayo de niebla salina, además proporciona información sobre la resistencia a la corrosión en metales y metales revestidos.
	Envejecimiento climático	NTE INEN 2960	La norma determina parámetros para ensayar un ciclo de envejecimiento de la muestra, donde al efectuarse una serie de pruebas como impacto, amarillamiento, etc., verificando al final de la prueba signos de degradación, grietas, u otros defectos.
	Resistencia a UV, Resistencia a la humedad	ISO 4892-2	Establece los métodos para exposición de muestras a UV, en presencia de humedad reproduciendo efectos propios de la intemperie ocasionado por factores de (temperatura, humedad) que ocurren cuando los materiales se exponen en entornos reales de la luz del día.
		ASTM G155	Detalla los principios base y procedimientos para el uso de equipos de agua y luz de arco de xenón destinados a reproducir los efectos de la intemperie cuando los materiales se encuentran expuestos a la luz solar. A su vez limita a los procedimientos para obtener, medir y controlar las condiciones de exposición.
	Absorción de agua	UL 746 C	Esta norma de seguridad para materiales poliméricos establece estándares para materiales hechos de polímeros para uso en equipos eléctricos
	Reacción al fuego, autoextinción	ISO 1182	Establece un método de prueba para determinar el desempeño de no combustibilidad, bajo condiciones específicas de productos

			homogéneos y componentes sustanciales de productos no homogéneos.
		IEC 60695 11-10	Especifica procedimientos de prueba de laboratorio a pequeña escala, para comparar el comportamiento de combustión de diferentes materiales utilizados en productos electrotécnicos. Este método determina la velocidad de combustión lineal y las propiedades de autoextinción de los materiales.
	Opacidad y transmitancia de luz directa	ASTM A1003	Establece un método para analizar la cantidad de luz que atraviesa el material, determinando la opacidad y la transmitancia luminosa, esta prueba determina las cualidades ópticas del material a largo plazo, estableciendo que el índice de opacidad debe ser <7% y el de transmitancia > 79%.
	Amarillamiento	ASTM E313	Esta norma proporciona una práctica para calcular índices de amarillez y blancura, mediante ecuaciones recomendadas.
	Inflamabilidad y propagación de llamas	IEC 60695-11-10 CLASIFICACIÓN V1	Detalla el procedimiento y condiciones de ensayo, así como criterios de evaluación de la llama (velocidad y duración)


Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022




Una vez se identificaron los ensayos requeridos bajo normativas de ensayo necesarias para comercializar los productos de esta categoría, se identificaron las máquinas y equipos necesarios para la configuración del mismo.



4.3. Descripción de máquinas y equipos

En las tablas 8-4 y 9-4, se presenta la descripción de las características técnicas de las principales máquinas, equipos e instrumentos necesarios para el laboratorio de ensayos electromecánicos.

Tabla 4-2: Descripción de máquinas del laboratorio

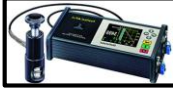
SISTEMATIZACIÓN DE MÁQUINAS PARA ENSAYOS			
ENSAYO	MÁQUINA	CARACTERÍSTICAS	IMAGEN
Protección contra ingreso de agua (IP)	Aparato para control protección contra chorros de agua	Marca: SHEN ZHEN AUTOSTRONG Modelo: AUTO-IPC Dimensiones: (1800 x 1910 x 1450) mm Tensión nominal: 220 V 60Hz Capacidad: 729 lt Norma aplicable: IEC 60529	








Resistencia al impacto	Aparato vertical de prueba de impacto	<p>Marca: PEGO GROUP</p> <p>Modelo: PG-IK</p> <p>Dimensiones: (950 x 550 x 2700) mm</p> <p>Tensión nominal: 220V-60 Hz.</p> <p>Energía de impacto: 2J, 5J, 10J, 20J, 50J.</p> <p>Normas aplicables: IEC 60068-2-75, IEC 622262, IEC 60598, EN 50102</p>	
Corrosión	Cámara salina	<p>Marca: ATLAS MTS</p> <p>Modelo: ATL 17172500</p> <p>Dimensiones: (1220 x 1070 x 1520) mm</p> <p>Tensión nominal: 220 V 60Hz</p> <p>Capacidad: 555 lt</p> <p>Contiene pluviómetro con escala graduada.</p> <p>Sistemas: Alimentación con bomba de impulsos y dispositivo de purga. Sistema de resistencias para la medición de la temperatura interior.</p>	
Resistencia a UV	Cámara de prueba de intemperismo acelerado	<p>Marca: ATLAS MTS</p> <p>Modelo: ATL 20003800</p> <p>Dimensiones: (1350 x 510 x 1550) mm</p> <p>Tensión nominal: 120 V 60Hz.</p> <p>Sistema: Control de temperatura de panel, sensores de temperatura y ópticos.</p> <p>Presión de spray: 25-60 psi</p> <p>Agua: Desionizada <1ppm.</p> <p>Presión para condensación: 2-60 psi.</p> <p>Extras:</p> <p>Calibrador de irradiación</p> <p>Lámpara UVA 340</p> <p>Gastos de preparación</p>	

Inflamabilidad y propagación de llamas, reacción al fuego	Cámara de llama vertical	Marca: ZL Modelo: 3028 Dimensiones: (1300 x 900 x 1500) mm Tensión nominal: 220V 60Hz Normas aplicables: IEC 60695-11-10, ISO 1210 Cuadro de combustión: 0,75 m ³	
Resistencia temperatura y humedad / Acondicionamiento de probetas	Cámara de clima constante de humedad y temperatura	Marca: BINDER Modelo: KMF 720 Dimensiones: (973 x 576 x 1250) mm Tensión nominal: 220V 60Hz Consumo energético: 900 Wh/h Rango de temperatura: -10 °C a 100 °C Rango de humedad: 10% hasta 98% Norma aplicable: UL 746/ DIN 12880 Volumen: 700 lt.	





Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022.





Tabla 4-3: Descripción de los equipos e instrumentos del laboratorio

ENSAYO	EQUIPO/ INSTRUMENTO	ESPECIFICACION TÉCNICA	IMAGEN
Ensayo de adherencia de pintura	Probador de adherencia de recubrimiento	Marca: DeFelsko Modelo: ATA-00810257031920 Precisión: ±1% Cumple con normas: ASTM C1583/D4541/07234, ISO 4624/16276-1, BS EN 12004-2, otros.	

Espesor de la pintura	Medidor de espesores y recubrimientos	Marca: CEM Modelo: Dt 156 Recubrimientos no magnéticos en el acero y sobre metales no ferrosos. Rango de medición: 0-1250 μm Precisión: 0.1 μm Tamaño: 113,5 x 54 x 27 mm	
Control dimensional	Micrómetro de exterior	Marca: INSIZE Serie: 3203 Rango: 75-100 mm Resolución: 0,01 mm	
	Micrómetro de interiores	Marca: SHARS Serie: 41111601 Rango: 0,2 – 1,2” Precisión: 0,0002” Resolución: 0,001”	
	Calibrador digital	Marca: MITUTOYO Modelo: 500-196-30B Graduación: 0,01 mm/ 0,0005” Rango de medición: 0” – 6”	
	Alexómetro	Marca: INSIZE Modelo: 250 MM 2322-250 Características: 160-250 mm x 0,01 profundidad Precisión: 0,001”	
	Flexómetro	Marca: Medid Modelo: 43191 Clase: I Longitud de cinta: 3 m Ancho de cinta: 19 mm	
Control de peso	Balanza electrónica	Marca: BDcom Modelo: POD-30K Capacidad: 30 Kg x 1 g. Precisión: 1 g. Alimentación: 220 V.	

Medición de pH	Medidor de pH digital	<p>Marca: Vivosun</p> <p>Código: B08228CNGT</p> <p>Rango: -2 a 16</p> <p>Precisión: $\pm 0,1$</p> <p>Rango de medición: 0-14</p> <p>Dimensiones: (185 x 7 x 36) mm</p> <p>Peso: 0,45 kg</p>	
Rugosidad	Medidor de rugosidad	<p>Marca: TM</p> <p>Modelo: TYP-RT 620</p> <p>Recorrido máximo: 17,5 mm</p> <p>Prueba: Inductancia</p> <p>Longitudes de evaluación: 1.25 mm / 4.0 mm</p> <p>Normas: ISO 2842, DIN4768, ANSI B46.1</p>	
Marcador de tiempo	Cronómetro digital	<p>Marca: EXTECH Instruments</p> <p>Modelo: 365510</p> <p>Resolución: 1/100 seg</p>	
Ensayo de fricción	Máquina de ensayo de fricción	<p>Marca: Great Win</p> <p>Modelo: GW-027</p> <p>Fuente de alimentación: AC 220V 50 Hz</p> <p>Normas: ISO 5470</p> <p>Dimensiones de la máquina: (530 x 320 x 310) mm</p> <p>Capacidad de producción: 500 piezas/año.</p> <p>Revoluciones: 60 o 72 rpm</p>	
Opacidad y transmitancia de luz directa	Espectrofotómetro	<p>Marca: PEAK INSTRUMENTS</p> <p>Modelo: E-1000UV31</p> <p>Rango de longitud de onda: 190 – 1020 nm</p> <p>Precisión de longitud de onda: ± 3 nm</p> <p>Fuente de alimentación: 110 V</p>	

Tintas penetrantes	Kit tintas penetrantes	Kit: 1 garrafa no retornable de 5 litros de líquido penetrante. 1 garrafa no retornable de 5 litros de líquido limpiador. 1 garrafa no retornable de 5 litros de líquido revelador.	
Ultrasonido	Equipo de ultrasonido	Marca: HUATEC Modelo: FD520 Error de linealidad vertical: $\leq 3\%$ Sensibilidad: $\geq 62\text{Db}$ Rango de frecuencia: 0,5~15 MHz Poder de resolución: $\geq 36\text{Db}$	
Dureza de metales	Durómetro digital	Marca: HTI Modelo: 1208 Exactitud de medición: ± 10 HLD Escala de Richter Rango de medición: HDL (170-960) HLD Unidad de dureza: Escala Richter HL, HB, HV, HS, HRB Bajo norma: A956M-17	
Dureza de plásticos	Durómetro digital	Marca: Starrett Modelo: 3805 B Tipo: Shore A Escala de marcación: 0-100 HA Resolución: 0,5 HA Cumple con normativa: ISO 868 e ISO 7619 Unidad de dureza: HA Para medir materiales: Materiales blandos, Plásticos, cauchos	

Procesos de Corte	Discotón	<p>Marca: Struers</p> <p>Modelo: Discotom-10</p> <p>Potencia: 2,2 Kw</p> <p>Tensión nominal: 120V 60Hz</p> <p>Disco de corte: 250 mm</p> <p>Velocidad de huso variable: 2850 rpm</p>	
Humedad y temperatura	Termohigrómetro digital	<p>Marca: HTI</p> <p>Modelo: HT-350</p> <p>Muestreo: 2.5 veces/segundo</p> <p>Rango de medición de humedad: 0%-100% Rh</p> <p>Rango de medición de temperatura: -30 a 100 °C</p> <p>Resolución: 0.01% RH, 0.01 grados</p> <p>Precisión de la humedad: +/- 2% Rh (a 25 grados, 20-80% Rh); +/-2.5% (en otros rangos)</p> <p>Condiciones de trabajo: 0 a 40 grados; <80% RH no condensados</p>	
	Medidor de pH	<p>Marca: Dr. Meter</p> <p>Modelo: PH100-V</p> <p>Rango de medición: PH: 0,01-14 PH.</p> <p>Resolución: PH: 0,1-14 PH.</p> <p>Precisión: ± 0,02 PH</p> <p>Temperatura de operación: 0-50 °C</p>	
Marcación	Marcador carburo de tungsteno para metales	<p>Material: Acero de tungsteno</p> <p>Longitud: 14,5 cm</p> <p>Diámetro: 8 mm</p>	

Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022

4.4. Análisis de los factores es para la ubicación del laboratorio de ensayos electromecánicos

4.4.1. Integración con otras compañías del grupo

Se analizaron propuestas de ubicación en el cantón Ambato en función a la Estrategia Territorial Nacional, la cual define a la ciudad como un nodo de articulación nacional por cuanto a su ubicación y entorno respondiendo a lineamientos sociales, ambientales, cultural, económicos y como estrategia de sectorización en cuanto a la cercanía al sector manufacturero. (GADMA, 2021)

4.4.2. Disposición de mano de obra

Se analizó conforme al orden hegemónico en escalas de valores positivos y negativos con relación al promedio de las parroquias urbanas del cantón Ambato, el cual indica el grado en el que las personas se dedican a más de una actividad.

4.4.3. Disponibilidad de alojamiento

No hay déficit habitacional cuantitativo marcado.

4.4.4. Disponibilidad de servicios y recursos

Demanda hídrica: La red de distribución de agua potable, donde las industrias de la provincia de Tungurahua con mayor demanda se encuentran en los cantones de Ambato y Pelileo y a su vez pertenecen a los sectores de la curtiembre, textiles, lácteos, camales y mataderos.

4.4.5. Disponibilidad de transporte y fluidez de circulación

Tanto la red vial como el transporte están disponibles y se intercomunican con las plataformas de la ciudad a través de pasos deprimidos, puentes y vías arteriales, colectoras y rutas alternativas de desfogue de concentración vehicular.

4.4.6. Disponibilidad de materiales

Acceso a insumos y vías de conexión con proveedores extranjeros.

4.4.7. Disponibilidad de infraestructura

Terrenos amplios y en crecimiento territorial, reconocido como el nuevo parque industrial de la ciudad de Ambato.

4.4.8. Conveniencias del terreno y del clima

- **Vientos:** Conforme a la red meteorológica de Tungurahua, dirección Este, velocidad media de 14 m/s con límites de 6,3 m/s y 20m/s.
- **Clima:** Bajo históricos de estaciones meteorológicas del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrografía – INAMHI y el GADMA, el cantón Ambato presenta fundamentalmente clima de páramo con el 45,24%.
- **Temperatura:** Fluctuaciones de 13,3 °C a mayores de 14,7 °C.
- **Precipitación:** Desde los 412 mm hasta mayores a 675 mm. Mayor presencia de lluvias en los meses de abril y mayo, por el contrario, la menor en los meses de agosto y septiembre.
- **Nubosidad:** Baja, régimen seco.
- **Terreno:** Irregularidad altitudinal; en la zona alta con relieve muy fragmentado y pendientes altas, en la zona centro, relieves y pendientes más regulares y la zona baja topografía regular pero inclinada.
- **Amenazas o peligros:** Caída de ceniza del volcán Tungurahua y flujo de detritos por avalanchas de escombros en las zonas urbanas.

4.4.9. Requisitos de seguridad

Calidad del aire: Con motivo de salvaguardar la salud de la población y verificar los límites permisibles, el cantón Ambato cuenta con una estación automática de monitoreo en tiempo real de las concentraciones de monóxido de Carbono (CO), ozono, material particulado y sedimentable. Adicionalmente registra parámetros meteorológicos: velocidad, temperatura y dirección del viento.

4.4.10. El costo del emplazamiento

De conformidad al crecimiento industrial y poblacional del sector.

4.4.11. La situación política

Contemplar y sujetarse a la conflictividad social urbana y rural por factores económicos y a las políticas de regulación del uso y ocupación del suelo que compete al Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Ambato.

4.4.12. Concesiones especiales

Para el fortalecimiento del cantón Ambato, el GAD Municipalidad cuenta con políticas de incentivo económico a ejes generadores de trabajo.

Para cada uno de los factores de análisis y regulaciones como el cociente de localización (CL), estipulado en la Ordenanza de Aprobación del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del (GADMA, 2021), las parroquias rurales seleccionadas, en función a la concentración fueron: Ambatillo, Picaihua, Totoras y Santa Rosa como se muestra en la tabla 1-4.

Tabla 4-4: Análisis cuantitativo de selección de la ubicación para el laboratorio

		AMBATILLO		PICAHUA		TOTORAS		SANTA ROSA	
		DETALLE	PUNTAJE	DETALLE	PUNTAJE	DETALLE	PUNTAJE	DETALLE	PUNTAJE
INTEGRACIÓN	15	CL: 2,172	5	CL: 1,670	4	CL: 1,569	3	CL: 1,086	2
MANO DE OBRA	5	-11	2	-5	4	-8	3	-1	5
ALOJAMIENTO	5	Asequible	4	Asequible	4	Deficiente	2	Asequible	4
SERVICIOS	15								
Agua potable		CL: 0,70	2	CL: 0,95	5	CL: 0,89	4	CL: 0,74	3
Alcantarillado		CL: 0,86	4	CL: 0,85	3	CL: 1,26	5	CL: 0,69	2
Luz eléctrica		CL: 0,94	2	CL: 0,95	3	CL: 0,99	4	CL: 1,02	5
Eliminación de basura		CL: 1,16	5	CL: 1,16	5	CL: 1,14	4	CL: 1,10	3
Promedio			3,25		4		4,25		3,25
TRANSPORTE Y FLUIDEZ	5	Bueno		Bueno		Bueno		Bueno, 2 accesos	
Ancho de vía		7,7 m	2	9 m	3	11,5 m	5	6 m y 10,3 m	4
MATERIALES	5	Lejano	2	Cercano	3	Asequible	3	Asequible	3
INFRAESTRUCTURA	5	Regular	3	Regular	3	Amplia	4	Buena	5
TERRENO Y CLIMA	20	Relieve plano ondulado	3	Plano, susceptible a erosión	1	Plano	4	Plano	5
SEGURIDAD	10	Baja	3	Inundaciones, Fala geológica	1	Inundaciones	2	Alta	4
COSTO DE EMPLAZAMIENTO	5	Bajo	4	Bajo	4	Medio	3	Alto	2
SITUACIÓN POLITICA	10	Acogida a políticas	4	Acogida a políticas	4	Infocentro / TICs	5	Infocentro/ TICs	5
SUMATORIA	100%		430		340		645		1043,75

Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022

Del análisis por ponderaciones, se obtuvo el valor más alto en la parroquia rural Santa Rosa del cantón Ambato, por ende, será la localización óptima en atribución al acceso a servicios, terreno,

cercanía a la empresa productiva de la rama de análisis a fin, baja probabilidad de amenazas naturales, políticas de expansión industrial ya que forman parte del segundo parque empresarial e industrial del cantón Ambato con enfoque hacia la expansión. (Elcomercio, 2018)

4.5. Factores para una buena distribución

4.5.1. El tamaño

El laboratorio se estructuró en un solo piso, lo que permitirá tener una coordinación directa y asequible a los materiales, herramientas e insumos necesarios para llevar a cabo los ensayos y se dimensionó en función al espacio requerido para la operatividad de las máquinas y equipos, así como el acceso a los componentes para su mantenimiento y calibración.

4.5.2. Altura requerida de los techos

En el decreto ejecutivo 2393, Capítulo II Edificios y locales, Art 22, los locales de trabajo tendrán como mínimo tres metros de altura. (Decreto Ejecutivo 2393, 1986, p. 14)

4.5.3. Cargas por soportar

En cuanto al diseño estructural del proyecto, previo a la construcción del laboratorio, se deberá validar con expertos geotécnicos, la cimentación requerida, la capacidad de soporte, la estabilidad del suelo y parámetros suelo-estructurales que garanticen la suficiente resistencia.

4.5.4. Acceso

Bajo el (Decreto Ejecutivo 2393, 1986, p. 20) Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y del ambiente, el acceso a puertas será suficiente con respecto al ancho y número de salidas, los pasillos, puertas, así como las necesidades de acceso a zonas para el control muestral, áreas de ensayos y gestión de residuos.

4.5.5. Iluminación

Nivel mínimo requerido en las áreas de laboratorio bajo (Decreto Ejecutivo 2393, 1986, p. 31), será de 300 Lux. Y según las condiciones de ensayo, acondicionarlas mediante equipos de iluminación artificial industrial de nivel moderado 500 luxes. Por otro lado, en condiciones de alumbrado de emergencia deberán ser alimentados de una fuente independiente.

4.5.6. Condiciones climáticas

Como factores requeridos por normativas de ensayo, éstas deben ser monitoreadas para la ejecución y la validez de los resultados.

4.5.7. Servicios

Red de agua potable, conexiones eléctricas con tomas de 110 y 220 V.

4.5.8. Eliminación y tratamiento de desperdicios

Deberá estar sujeto a un programa de gestión ambiental conforme a la guía técnica de residuos del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.

4.5.9. Requerimientos especiales para los ensayos

Para los Analistas de ensayo se requiere la dotación de los equipos de protección personal: zapatos de puntas acero, casco, gafas, tapones, mascarilla, y guantes y acondicionamiento climático en las instalaciones.

4.5.10. Acomodo de oficinas

Asegurar la integración con las áreas permitidas del laboratorio.

4.6. Criterios para una buena distribución

4.6.1. Flexibilidad máxima

Las áreas que configuran el laboratorio serán generadas y proyectadas en función a la capacidad de los equipos como las necesidades de espacio para su operatividad.

4.6.2. Coordinación máxima

Las áreas del departamento de control, como el análisis de la muestra y disposición de las mismas, se encuentran próximas, en virtud de llevar un control exhaustivo y verificar bajo registro el correcto empleo de la documentación en el marco de la identificación y confidencialidad de los datos.

4.6.3. Utilización máxima del volumen

De acuerdo con las dimensiones de los equipos y espacios requeridos para su funcionamiento, las áreas destinadas, ocuparán el espacio tanto en área como en volumen.

4.6.4. Visibilidad máxima

Al ser la planta de un solo hangar, la observación es generalizada y es factible el seguimiento a las operaciones de ensayo.

4.6.5. Accesibilidad máxima

Como configuración del acceso integral a las máquinas de ensayo, además del área de pasillos, se consideran espacios de mantenimiento para cada parte de las máquinas.

4.6.6. Distancia mínima

Las máquinas dependiendo de sus operaciones, se debe conservar la distancia de las partes móviles proyectadas y áreas definidas para labores de mantenimiento. Además, se debe considerar áreas mínimas por persona de aproximadamente de 2 m^2 en función al (Decreto Ejecutivo 2393, 1986).

4.6.7. Manejo mínimo

Con el propósito de garantizar tanto el buen manejo de muestras, insumos y equipos como mantener el estado de cada uno con lo referente a calibración y operatividad, cada área de control dispondrá de estanterías móviles para el traslado que garantice su integridad y permitir la gestión documental.

4.6.8. Incomodidad mínima

A efectos del aislamiento de máquinas y equipos en función a los factores ambientales que puedan generar, se clasifican por áreas de limitación: Área de ensayos mecánicos no destructivos, área de ensayos de climatización y sala de control.

4.6.9. Seguridad inherente

Registro de capacitaciones por parte del departamento de bomberos, análisis de riesgos evaluados por el departamento de seguridad, gestión de desechos contaminantes y productos corrosivos, así como la capacitación al talento humano para tomar acciones preventivas.

4.6.10. Seguridad máxima

Se deberá contar con la señalética de seguridad de pertinencia a la normativa (ISO 7010:2020)

- Protección contra incendios: extintores exigidos por la normativa, señalética.
- Protección de seguridad e higiene en el trabajo: Contar con los equipos de protección personal en la realización de cada ensayo.

En la siguiente tabla, se describen los riesgos principales descritos en los manuales de los equipos que configurarán el laboratorio de ensayos a efecto de ser considerados en la distribución de la planta y consideraciones especiales requeridas, dichos riesgos tendrán que ser evaluados bajo criterios de análisis y evaluación de riesgo una vez se haya puesto en marcha el proyecto.

Tabla 4-5: Descripción de riesgos asociados a los equipos de ensayo

ÁREA	TIPO DE RIESGO	FACTOR DE RIESGO
Sala de Control	Mecánicos	Choque contra objetos inmóviles
	Ergonómicos	Fatiga muscular
		Carga física
Ensayos electromecánicos	Mecánicos	Atrapamiento por o entre objetos
		Caída manipulación de objetos
		Contactos eléctricos indirectos
		Proyección de partículas
		Cortes y punzamientos
	Golpes con objetos fijos y móviles	
	Físicos	Ruido
Vibraciones segmentarias		
Ensayos no destructivos	Mecánicos	Proyección de partículas
		Cortes y punzamientos
	Químicos	Exposición a aerosoles químicos
	Ergonómico	Calidad de aire interior
Ensayos climáticos tipo 1	Mecánicos	Atrapamiento por o entre objetos
		Golpes con objetos fijos y móviles
	Físicos	Temperatura
		Ruido de bajos decibeles
Químicos	Exposición a químicos	
Ensayos climáticos tipo 2	Mecánicos	Caída manipulación de objetos
		Cortes y punzamientos
		Incendio
	Químicos	Exposición a químicos

	Ergonómico	Mala manipulación de cargas
		Calidad de aire interior
		Carga física posición
Gestión de desechos	Ergonómico	Carga física
	Químicos	Exposición a químicos








Fuente: (Ministerio de Relaciones Laborales)

Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022.

En función a los riesgos, se estipulan los equipos de protección personal como medida preventiva asociado a cada área del laboratorio de ensayos como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4-6: Equipos de protección personal para los ensayos del laboratorio





ÁREA	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	IMAGEN
Sala de control	Zapatos de seguridad con puntas de acero en función a la EN ISO 20345 y ASTM F2413	
	Mandil de trabajo	
Ensayos electromecánicos	Protección de manos mediante guantes resistentes a cortes en función a la norma ANSI Cut Level 3, EN 388-4544.	
	Gafas de seguridad de cumplimiento con la norma ANSI Z87.1.	
	Casco de seguridad en función a la norma NTE INEN 146	
	Tapones desechables	
Ensayos no destructivos: Líquidos penetrantes, ultrasonido.	Protección de manos mediante guantes de caucho de nitrilo con certificación en norma EN-420.	
	Gafas de seguridad de cumplimiento con la norma ANSI Z87.1.	
	Respirador para partículas que cumpla con la NIOSH 42.CFR. 84.	
Ensayos climáticos tipo 1	Gafas de seguridad de cumplimiento con la norma ANSI Z87.1.	
	Protección de manos mediante guantes de caucho de nitrilo con certificación en norma EN-420.	















	Delantal de vinilo de goma impermeable	
	Respirador para partículas que cumpla con la NIOSH 42.CFR. 84.	
Ensayos climáticos tipo 2	Protección de manos mediante guantes resistentes a cortes en función a la norma ANSI Cut Level 3, EN 388-4544.	
	Gafas de seguridad de cumplimiento con la norma ANSI Z87.1.	
	Casco de seguridad en función a la norma NTE INEN 146	
Gestión de desechos	Protección de manos mediante guantes de caucho de nitrilo con certificación en norma EN-420.	
	Respirador para partículas que cumpla con la NIOSH 42.CFR. 84.	

Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022.

Otro aspecto importante en el contexto de la seguridad es la señalética, la misma que fue considerada bajo la norma (ISO 7010:2020) y se clasificó según su tipo, siendo éstas: señalética de obligatoriedad, de advertencia, contra incendios y de salvamento.

Tabla 4-7: Señalética de obligatoriedad y advertencia dentro del laboratorio







ÁREAS	Sala de control	Electromecánico	END	Climáticos T1	Climáticos T2	Gestión de desechos	ÁREAS	Sala de control	Electromecánicos	END	Climáticos T1	Climáticos T2	Gestión de desechos
	SEÑALES DE OBLIGATORIEDAD						SEÑALES DE ADVERTENCIA						
 OBLIGATORIO EL USO DEL CASCO		X			X		 ¡ATENCIÓN! RIESGO DE ATRAPAMIENTO		X				
 USO OBLIGATORIO DE TAPONES DE SEGURIDAD		X					 ¡ATENCIÓN! POSIBLE CAIDA DE OBJETOS		X			X	







		X	X	X	X	X			X				
			X	X		X			X				
		X	X	X	X	X					X	X	X
		X	X	X	X	X			X	X			
	X	X	X	X	X	X					X		
	X	X	X	X	X	X					X		
	X	X	X	X	X	X			X				

Fuente: (ISO 7010:2020)

Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022.

Tabla 4-8: Señalética contra incendios, salvamento, informativas y prohibición

ÁREAS	Sala de control	Electromecánicos	END	Ensayos climáticos	Almacenamiento	Gestión de residuos	ÁREAS	Sala de control	Electromecánicos	END	Ensayos climáticos	Almacenamiento	Gestión de residuos
	X			X	X	X		X	X		X	X	X
	X			X				X	X		X	X	X
	X			X		X						X	

		X				X		X				X		
	X				X							X		
	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	
SEÑALES INFORMATIVAS							SEÑALES DE PROHIBICIÓN							
	X				X			X				X	X	
	X							X	X	X	X	X	X	
	X				X									
					X	X								
		X	X	X								X	X	
	X													
	X													

Fuente: (ISO 7010:2020)

Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022.

4.7. Distribución del laboratorio

4.7.1. Delimitación de las áreas requeridas en base a los ensayos a efectuarse en el laboratorio

En función a las necesidades de espacio, se delimitan las áreas funcionales por áreas como se define en la siguiente tabla:

Tabla 4-9: Requerimientos estructurales de las áreas del laboratorio de ensayos

ÁREAS		REQUERIMIENTOS			
		COMPONENTES	ÁREA	INSTALACIONES	ESPECIALES
A	SALA DE CONTROL	Escritorios Computadoras Impresora Anaquel de documentos Armario de muestras	9,09 m ²	Eléctricas 110 V	No aplica

B	ENSAYOS MECÁNICOS/ EQUIPOS E INSTRUMENTOS	Mesones de trabajo para pruebas de adherencia, rugosidad, espesores, dureza Anaqueles de almacenamiento de equipos e instrumentos Mesa de trabajo para control dimensional	230,5 m ²	Eléctricas: 110 V 220 V	Iluminación adecuada
C	ENSAYOS CLIMÁTICOS TIPO 1	Mesa de trabajo Equipo de intemperismo acelerado UV Cámara Salina Cámara de impermeabilidad IP Armarios de herramientas	25,56 m ²	Eléctricas: 110 V 220 V Agua	Sistema de drenaje Sistema de monitoreo de variables ambientales Acondicionamiento ambiental
D	ENSAYOS CLIMÁTICOS TIPO 2	Cámara climática de temperatura y humedad Cámara de llama vertical Mesa de trabajo Armario de herramientas	11,83 m ²	Eléctricas: 110 V 220 V Agua	Aislamiento Sistema de gas metano o propano
E	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	Mesa de trabajo Armario de insumos Equipo de ultrasonido	4,9 m ²	Eléctricas: 110 V 220 V Agua	No aplica
F	GESTIÓN DE RESIDUOS	Espacio delimitado para gestión de desechos	1,4 m ²	Eléctricas: 110 V	Cercano a la salida Contenedores
ÁREA TOTAL			111,6 m²		

Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022.

4.7.2. Planteamiento del layout del laboratorio de ensayos electromecánicos

Se visualiza en el ANEXO B

4.8. Diseño documental en función a la norma NTE INEN ISO 17025:2018

El diseño documental del laboratorio se encuentra estructurado bajo cada uno de los puntos normativos, donde cada etapa del proceso comprende la imparcialidad y confidencialidad de los resultados.

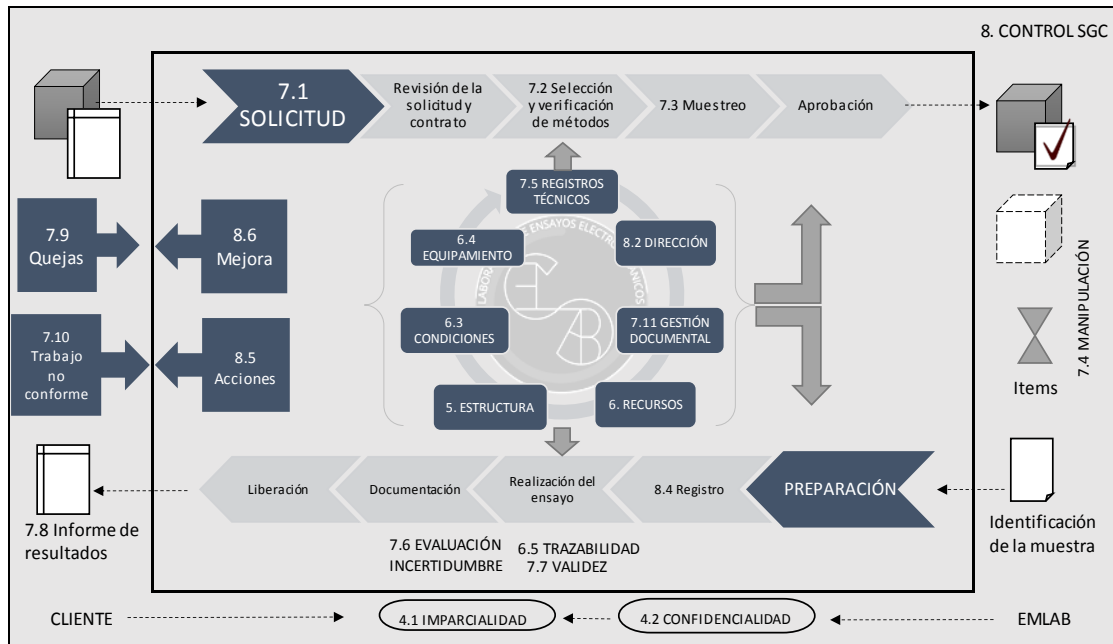


Ilustración 4-1: Caracterización del proceso operacional del laboratorio EMLAB


Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022.

4.8.1. Requisitos generales

El laboratorio EMLAB se estructurará bajo tres elementos principales, primero, como un espacio físico de trabajo legalmente constituido, segundo, el personal que trabajará en el laboratorio con las competencias y capacidades definidas en la selección del personal y correspondiente a cada necesidad organizacional y tercero, máquinas y herramientas necesarias para realizar los ensayos.

En el manual de calidad se estipularon las políticas de compromiso con la confidencialidad e imparcialidad en todos los procesos y para efectos de actuación, se generó una matriz de análisis de riesgos y oportunidades de mejora con firmas de responsabilidad.

Tabla 4-10: Política de calidad del laboratorio


	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD		
	POLÍTICA DE CALIDAD	Código:	PROC A01-1-001
		Versión:	1
		Fecha:	
<ul style="list-style-type: none"> Satisfacer las necesidades de nuestros clientes, generamos análisis de ensayos electro mecánicos con resultados confiables en el marco de la repetibilidad y reproducibilidad. Estamos comprometidos con la confidencialidad de los datos, de modo que la información generada es controlada y resguardada según estipulaciones de mutuo acuerdo con el cliente. Comprometidos con el aseguramiento de la calidad, garantizamos bajo informes técnicos y registro de control estadístico de confiabilidad y validez de los resultados, que los ensayos son efectivos y se realizan bajo métodos amparados en normativas vigentes y son sometidos a controles rigurosos de concordancia a los lineamientos de la norma ISO 17025:2018. 			

Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022.

4.8.2. Requisitos relativos a la estructura


En el Manual de Calidad, ANEXO B, se detalla la conformación del laboratorio, objetivos, alcance, organigrama funcional de la coordinación de áreas técnicas, administrativas y de gestión, además se define la actuación del Sistema de Gestión de Calidad para comprobar el cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 17025:2018, para lo cual se generó el procedimiento para el control de la información, ANEXO D, de igual manera, se definieron las actividades a nivel de laboratorio, así como las responsabilidades del Talento Humano y como soporte, se ha creado un documento del perfil del personal de laboratorio de ensayos.

Tabla 4-11: Objetivos de calidad del laboratorio

	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD		
	OBJETIVOS DE CALIDAD	Código:	PROC A01-1-001
		Versión:	1
		Fecha:	
<ol style="list-style-type: none"> Mejorar la satisfacción del cliente interno y externo. Garantizar la confiabilidad y validez de los resultados de ensayos. Mejorar la efectividad en innovación y desarrollo. Mejorar la productividad. 			

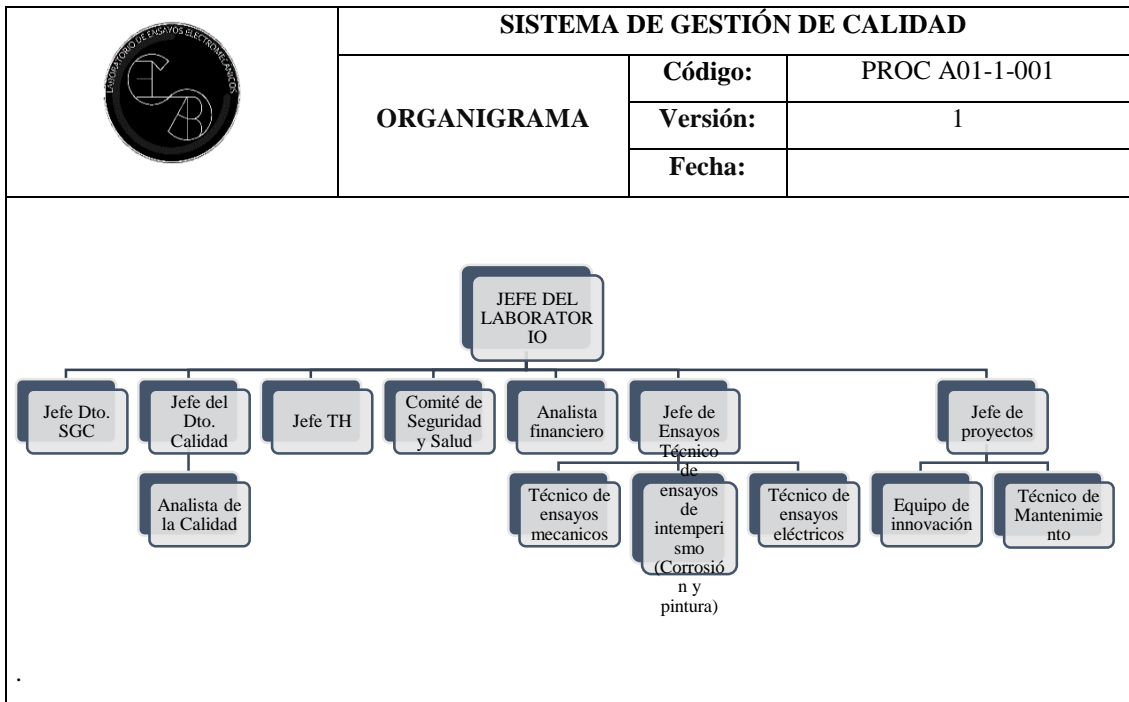
Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022.

Tabla 4-12: Alcance del laboratorio

	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD		
	ALCANCE	Código:	PROC A01-1-001
		Versión:	1
		Fecha:	
<ul style="list-style-type: none"> • Ensayos cíclicos de temperatura, humedad y radiación. • Resistencia a la luz, a, a la corrosión. • Durabilidad en condiciones climáticas. • Ensayos de envejecimiento de materiales metálicos y de policarbonato. • Resistencia a la humedad, temperatura y radiación. • Caracterización de pinturas y recubrimientos. 			

Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022.

Tabla 4-13: Organigrama estructural del laboratorio de ensayos



Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022.

4.8.3. Requisitos relativos a los recursos

4.8.3.1. Personal

El talento humano y responsabilidades fueron estipulados en el documento del perfil el personal a efectos de garantizar la competencia técnica de análisis de datos y realización de ensayos.

Tabla 4-14: Personal competente al laboratorio

No.	ACTIVIDAD	DOCUMENTO GENERADO	RESPONSABLE
1	Ante el requerimiento de ensayos, convocar a reunión, generar la codificación del producto y llevar un registro de asistencia.	Registro de identificación del producto y asistencia.	Jefe Dto. SGC
2	Análisis de viabilidad. (Validación de la muestra, aprobación de planos, parámetros, verificar la capacidad, normativa, requerimientos, tiempos de respuesta).	Registro de la recepción de muestras.	Analista de calidad. Equipo de coordinación de formación continua.
3	Aprobación requerimiento del cliente.		Jefe del laboratorio.
4	Redactar el contrato de confidencialidad y controlar la documentación habilitante a cada ensayo.	Procedimiento de confidencialidad	Jefe del Dto. SGC
5	Redactar el contrato y la estimación de costos. Firmar en mutuo acuerdo con el cliente.	Registro de cotización y Procedimiento de contrato	Analista financiero, Jefe del laboratorio.
6	Preparar el listado de insumos y registrarlo.	Registro de insumos	Analista de Calidad
8	Estimación de tiempos máquina, kW consumible y registrarlo.	Registro del cronograma	Analista de Calidad
9	Consolidar y documentar los ensayos. Llenar el registro de uso de equipos y registro de fallos en caso de existencia.	Registro del equipo y Desarrollo de proyecto	Jefe de Calidad
10	Redactar el informe de ensayos	Procedimiento de generación de informes.	Jefe de Calidad, Analista de calidad
11	Equipamiento y control	Registros	Técnico de Mantenimiento
12	Aprobar y dar por finalizado el proceso.	Registros	Jefe de Laboratorio

Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022.


4.8.3.2. Instalaciones y condiciones ambientales

El diseño del laboratorio se efectuó en base a los requerimientos de espacio, servicios y condiciones ambientales, se generó el documento de almacenamiento de equipos e insumos y el registro de uso.

4.8.3.3. Equipamiento

Para el gestionar el control de activos, se ha generado la hoja de vida del equipo, donde se identificarán las características desde su adquisición hasta su disposición final, registro del mantenimiento, registro de uso y fallos detectados, los mismos que serán reportados al departamento del SGC para tomar las medidas pertinentes.

Tabla 4-15: Registro de hoja de vida de equipos








 LABORATORIO DE ENSAYOS ELECTROMECÁNICOS			
HOJA DE VIDA EQUIPOS			
INSTRUMENTO:		MARCA:	
TIPO:		RANGO:	
PARÁMETRO:		LECTURA MIN:	
APRECIACIÓN:		LECTURA MAX:	
FECHA DE RECEPCIÓN:		CÓDIGO IDENTIFICACIÓN:	
FECHA PUESTA EN SERVICIO:		UBICACIÓN:	
PERIODICIDAD DE CALIBRACIÓN:		ERROR PERMISIBLE:	
PROGRAMACIÓN MANTENIMIENTO			
CÓDIGO DE SOLICITUD	FECHA	RESPONSABLE	FIRMA
MTTO EQ 001			
MTTO EQ 002			
MTTO EQ 003			
MTTO EQ 004			
MTTO EQ 005			
MTTO EQ 006			
MTTO EQ 007			
MTTO EQ 008			
MTTO EQ 009			
MTTO EQ 010			
CONTROL DE FALLOS:			
Se concluyó.		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Existe otro equipo / gestión inmediata		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Se otorgó al equipo, con la misma serie de valores.		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
TIPO	FECHA	ACCIÓN TOMADA	FIRMA
Nota: Este equipo es válido hasta 10 calibraciones, caso contrario se requiere una nueva calibración.			

Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022.

4.8.3.4. Trazabilidad meteorológica

Como medida para el seguimiento de la efectividad de los equipos, se identificarán con etiquetas de colores a fin de evaluar su estado y se someterá a pruebas de confiabilidad y validez en laboratorios con la capacidad metrológica de generación de resultados válidos.

Tabla 4-16: Identificación del estado de los equipos

	Prohibido su uso
	Problema identificado
	Limpieza
	Apto para uso
	En proceso de mantenimiento
	En proceso de validación
	Finalización de vida útil

Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022.

El manejo de los equipos estará sujeto al procedimiento de conservación de equipos, ANEXO F. El informe de calibración de equipos deberá ser otorgado por entidades competentes y que trabajen bajo lineamiento de la norma ISO 17025 y sujetos a programas de comparación interna o ensayos de aptitud descritos en la norma ISO 17043, de evaluación de la conformidad.

Toda la documentación deberá ser almacenada y codificada únicamente por el Dto. del SGC.

4.8.3.5. Productos y servicios suministrados

Los ensayos efectuados serán controlados en todo momento mediante registros de operatividad codificados y la información documental de respaldo siempre será auditada por el Dto. del SGC, de modo que se garantice la confidencialidad de los resultados y la no duplicidad de información.

Por otra parte, las pruebas de ensayo estarán supeditadas al control del Analista de Calidad quien aprueba la presentación final del informe de ensayos.

4.8.4. Requisitos del proceso

4.8.4.1. Revisión de solicitudes, ofertas y contratos

Mediante el mapeo de procesos, se analizará la viabilidad de la realización del ensayo, a efectos de análisis de la capacidad, disponibilidad de la normativa, equipos e insumos, validación de las muestras y políticas del contrato.

Se otorgará para cada nuevo proyecto, el registro para la identificación del producto con validación de la muestra, documento de solicitud de ensayo, registro de operatividad de ensayos y documento para la generación del informe respectivo.

Los documentos añadidos serán: Contrato de servicio con firma de confidencialidad, Informe de costos del proyecto y registros de reuniones de las partes interesadas.

Ante el surgimiento de problemas que impidan la continuidad de realización de las pruebas de ensayo, se notificará al cliente bajo registro y se estipularán medidas de tratamiento de quejas.

4.8.4.2. Selección, verificación y validación de métodos

Los ensayos serán efectuados conforme al orden y condiciones requeridas por normativa, a más de la normativa legal aplicable, se debe contar con la solicitud de ensayos aprobados, hojas de vida de los equipos, registros de operatividad de ensayos y hoja de datos para su validación.

En cuanto a la validación de métodos, se creó el procedimiento de Confiabilidad y Validez.

4.8.4.3. Muestreo

Se detalló un proceso de muestreo, el mismo que se contempla en el ANEXO D de procedimiento para control de muestras.

4.8.4.4. Manipulación de los ítems de ensayo y calibración

Se deberá seguir el procedimiento de conservación de equipos. ANEXO E, a fin de conservar su integridad y propiciar la reproducibilidad.

4.8.4.5. Registros técnicos

Se describieron los ensayos pertinentes al alcance: sistemas de protección de equipos eléctricos en el Procedimiento normativo de ensayos, el mismo que se configuró bajo normativa ASTM, ASME, ISO, IEC, INEN, NTC

4.8.4.6. Evaluación de la incertidumbre de medición

Se ejecutarán pruebas de confiabilidad y validez a los equipos en función a la periodicidad de uso y del informe de calibración de equipos otorgado por entidades competentes y que trabajen bajo lineamiento de la norma ISO 17025 y sujetos a programas de Inter comparación o ensayos de aptitud descritos en la norma ISO 17043.

4.8.4.7. Aseguramiento de la validez de los resultados

Control interno de la efectividad de los equipos, tratamiento de las no conformidades y registro de seguimiento de procedimientos normativos

4.8.4.8. Informe de resultados

Se diseñó la estructura del informe configurado por la caracterización del producto, parámetros analizados, tipo de ensayo, normativa, condiciones ambientales y equipos utilizados.

4.8.4.9. Quejas

Control mediante registros.

4.8.4.10. Trabajo no conforme

Se describirá en el libro de incidencias y será evaluado bajo un AMEF regresivo y metodología 5WHY, a base del ANEXO G.


4.8.4.11. Control de los datos y gestión de la información

La documentación estará disponible en forma digital y en forma física bajo controles de seguimiento del SGC y del procedimiento de control de la documentación redactado en el ANEXO H.

La línea documental con la codificación generada por proyecto tendrá su tratamiento en el Dpto. del SGC donde una vez finalizado el proceso, se almacenará la información con la validación del cierre del SGC y con la firma de responsabilidad del jefe del laboratorio.

Se generaron las hojas de procesos para el desarrollo de ensayos con el alcance a equipos metálicos y policarbonato, espesores y adherencias.

Tabla 4-17: Hoja de proceso de ensayo de corrosión en cámara de niebla salina

		LABORATORIO DE ENSAYOS ELECTROMEQUÍNICOS				Código: SGC-EP-004-01	
HOJA DE PROCESO						Revisión: 1	
ENSAYO:	Corrosión	MÁQUINA / EQUIPO:	Cámara salina	TIPO:	<input type="checkbox"/>	MECÁNICO	<input type="checkbox"/> ED <input type="checkbox"/> END
PRODUCTO:		NORMA:			<input type="checkbox"/>	ELÉCTRICO	
PARÁMETRO TÉCNICO A ENSAYAR:	Grado de arrojamiento, Grado de oxidación				<input checked="" type="checkbox"/>	INTERFERENCIO	
Atención para el control de la documentación por parte del SGC.							
DOCS REFERENCIA Y CONTROL:		Registro de ensayo.					
Condiciones de ensayo		PROCEDIMIENTO					
Calidad de agua:	TIPO V, Conductividad de 2 a 5 ppm	1	Registro de la muestra y del proceso documental.				
Sal:	3 sal en 24 horas	2	Posicionamiento de la muestra.				
Solución salina:	3 sal en 24 horas	3	Validación de las condiciones de operación.				
Humedad:	45°	4	Registro de la solución en ml por hora.				
		5	Registro y control de temperatura °C.				
		6	Registro y control de presión.				
		7	Registro y control de pH.				
		8	Registro y control de la densidad en g/cm ³ .				
		9	Registro del grado de arrojamiento.				
		10	Registro del grado de oxidación.				
		11	Cierre y generación de informe.				
EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL							
Tipos de							
Cable de protección visual							
Guantes							
Botas gruesas de acero							
Delantal							
Herramientas:							
Materiales:							
Control de responsabilidad:							
Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:			
Firma:		Firma:		Firma:			
Fecha:		Fecha:		Fecha:			

Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022.

4.8.5. Requisitos del sistema de gestión

En la tabla 21-4, se desglosa el cumplimiento de los requisitos del sistema de gestión de calidad en función a la documentación generada como evidencia.

Tabla 4-18: Requisitos del sistema de gestión

SISTEMA DE GESTIÓN	EVIDENCIA
Documentación del Sistema de Gestión	La política y objetivos se establecen en el manual de gestión del laboratorio. ANEXO I.
Control de los documentos del Sistema de Gestión	Lista maestra de documentos
Control de registros	Procedimiento de codificación. ANEXO J
Acciones para abordar riesgos y oportunidades	AMFE
Mejora	Registro de reuniones, conforme al levantamiento de no conformidades de la lista de incidencias, desarrollo regresivo del AMEF Y metodología 5WHY.
Auditorías internas	Revisión de los documentos asociados al cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 17025. Control de documentos, registros. Establecimiento del procedimiento de auditoría, programa, plan e informe final. Registros de control de tratamiento de la información.
Revisión por la dirección	Control de responsabilidades

Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022.

4.9. Validación del laboratorio en función al cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 17025:2018

La valoración de los requisitos del laboratorio se desarrolla en función a una lista de requerimiento en donde, de acuerdo con los puntos de la norma ISO 17025:2018 se da cumplimiento con la elaboración de documentación que lo respalde como: registros, hojas de proceso, procedimientos y su integración documental se lo respalda mediante un manual de calidad de laboratorio. A continuación, se muestra los resultados de cada cláusula de la norma y tomando en cuenta los tres criterios planteados: si lo tiene desarrollado, no tiene desarrollado y no aplica.

Mediante la valoración de la existencia de documentos en función a los requerimientos de la norma ISO 17025 y en función a las preguntas de análisis del cuestionario, se obtuvieron los siguientes resultados:

En la cláusula 4 referente a requisitos generales se obtuvo un porcentaje de implementación del 66,67%, debido a que la mayoría de los puntos evaluados recaen en el criterio DNI Sistemática Definida documentalmente pero No implantada eficazmente, a razón que no se dispone todavía

del laboratorio físico, y se ha desarrollado la documentación necesaria que respalde el tratamiento de este numeral con la elaboración de: acta de imparcialidad y confidencialidad, documento de la política de imparcialidad, confidencialidad, registros de confidencialidad, riesgos y oportunidades y matriz de conflicto de intereses.

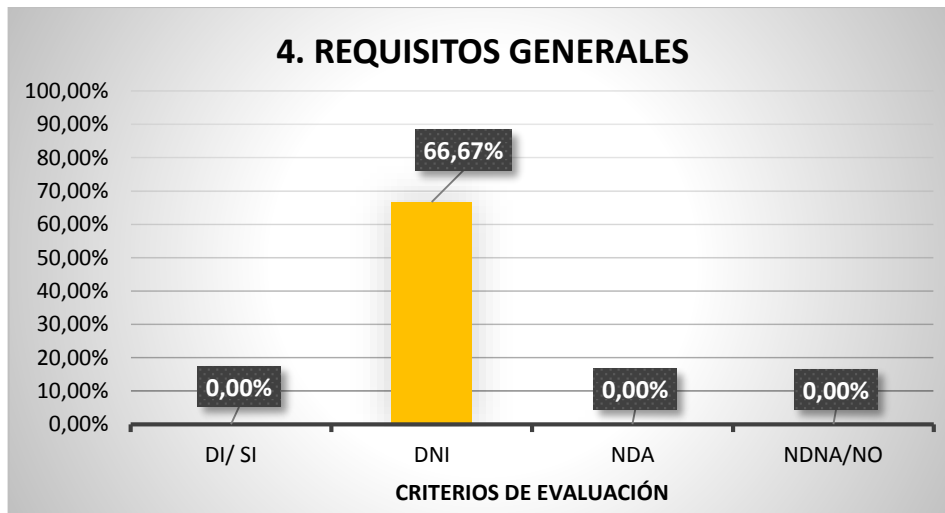


Ilustración 4-2: Evaluación porcentual del requisito 4. Requisitos generales.

Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022.

En el requerimiento 5 con respecto a la estructura, el laboratorio ha sido diseñado en función a parámetros de la norma, estableciendo una estructura de gestión definida alcanzando un cumplimiento del 61,90 % que recaen sobre el criterio DNI Sistemática Definida documentalmente pero No implantado eficazmente. Este requerimiento se evidencia en el manual de calidad.

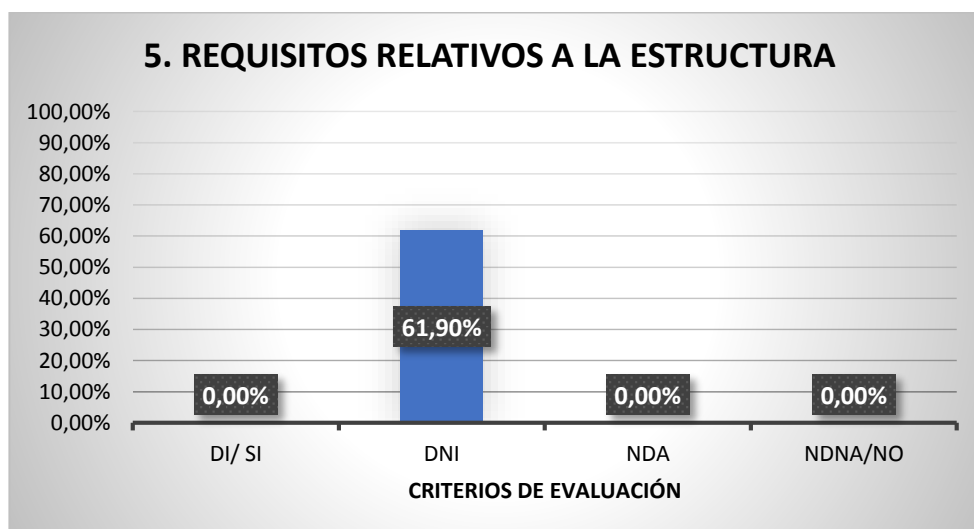


Ilustración 4-3: Evaluación porcentual del requisito 5. Requisitos relativos a la estructura

Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022.

En el requerimiento 6 con respecto a los recursos, se ha establecido las directrices para selección de personal, registros de formación, supervisión, autorización, procedimientos de ensayos, conservación de equipos, calibración, mantenimiento, muestreo, confiabilidad de los resultados, además en el diseño se ha considerado que las condiciones ambientales sean las adecuadas para garantizar la validez de los resultados alcanzando un cumplimiento del 66,67%.

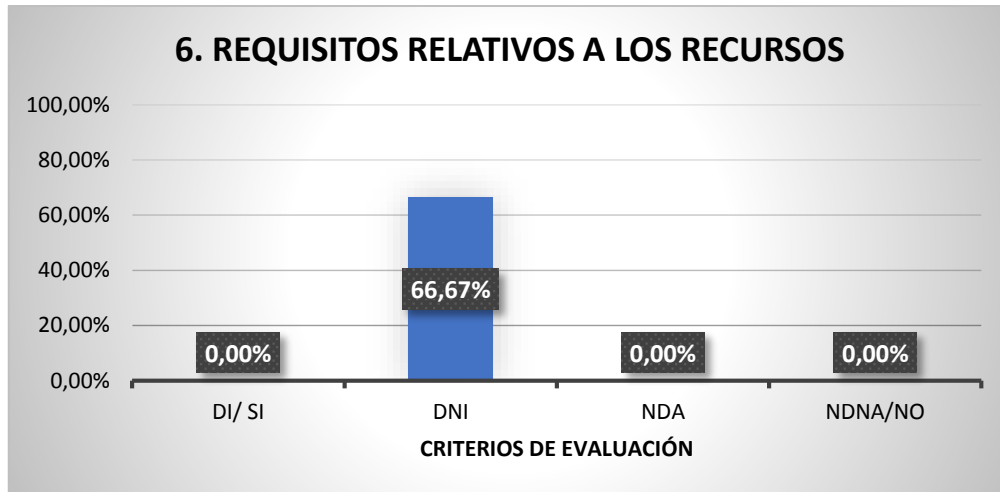


Ilustración 4-4: Evaluación porcentual del requisito 6. Requisitos relativos a los recursos

Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022.

En el requerimiento 7 en función al proceso, se ha desarrollado documentalmente un procedimiento de validación de la oferta, procedimiento de ensayos con sus respectivos registros, formato de informe y muestreo y matriz para tratar riesgos y oportunidades, alcanzando un cumplimiento del 66,67%, debido a que la mayoría de los puntos de esta cláusula son aplicativos por lo que con la implementación se desarrollará en su totalidad.

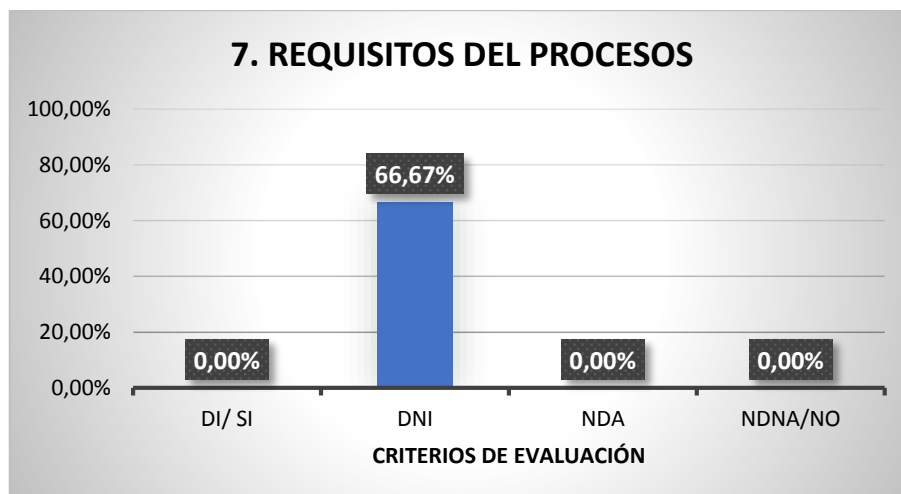


Ilustración 4-5: Evaluación porcentual del requisito 7. Requisitos del proceso

Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022.

En la cláusula 8 relativa al sistema de gestión se ha desarrollado las políticas, objetivos de calidad, imparcialidad y confidencialidad, las responsabilidades, registros de cumplimiento, formato para abordar riesgos y oportunidades, acciones correctivas, auditorías y tratamiento de quejas alcanzando un cumplimiento del 67%, debido a que la mayoría de los puntos de esta cláusula son aplicativos por lo que con la implementación se desarrollará en su totalidad.

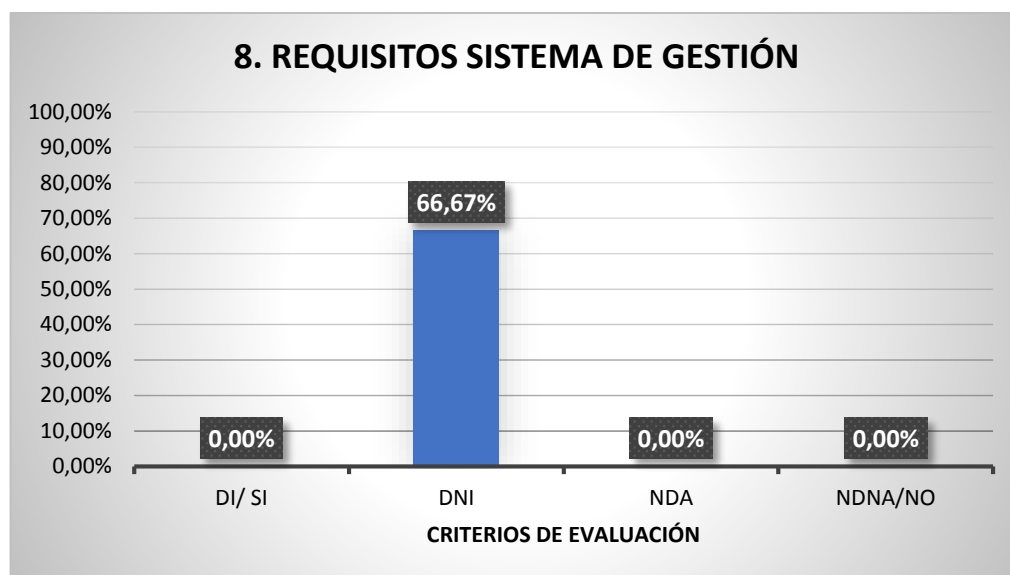


Ilustración 4-6: Evaluación porcentual del requisito 8. Requisitos del sistema de gestión

Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022.

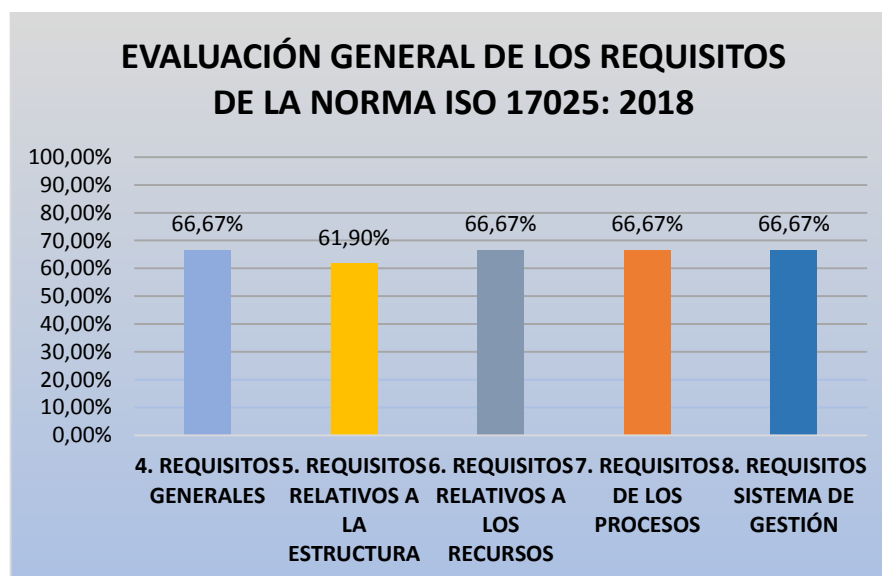


Ilustración 4-7: Total de requisitos ISO 17025:2018

Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022.

Como análisis final, del total de los requisitos conforme a la normativa ISO 17025:2018 para la evaluación de la competencia técnica de laboratorios, se obtuvo un 66,67%, puesto que no hay

evidencia de su desarrollo y control, esto se generará con la aplicación del laboratorio, logrando un cumplimiento total de los requerimientos de la norma.

4.10. Análisis económico del laboratorio de ensayos electromecánicos

Se han determinado los costos aproximados de las máquinas, equipos, herramientas, insumos mobiliarios, etc., necesarias para el desarrollo del laboratorio de ensayos electromecánicos, descritos en la tabla 22-4; para ello se realizaron cotizaciones con proveedores, estimación el consumo eléctrico en función a la ficha técnica de las máquinas, el costo hora hombre en función a la capacidad de las máquinas y tiempos de ensayos referidos en las normativas, costo hora máquina en función al costo de adquisición.

Tabla 4-19: Costos estimados del proyecto del laboratorio de ensayos electromecánicos

CÁLCULO DEL FLUJO DE EFECTIVO				
AÑOS	INVERSIÓN	UTILIDAD NETA	DEPRECIACIÓN	FLUJO DE EFECTIVO
0	156560,75			
1		\$ 44.958,14	\$ 684,32	\$ 45.642,46
2		\$ 55.357,71	\$ 684,32	\$ 56.042,03
3		\$ 68.189,18	\$ 684,32	\$ 68.873,50
4		\$ 84.026,92	\$ 684,32	\$ 84.711,25
5		\$ 103.582,20	\$ 684,32	\$ 104.266,52
6		\$ 127.735,99	\$ 684,32	\$ 128.420,32

CÁLCULO DEL VALOR ACTUAL NETO					Tasa de descuento
AÑOS	INVERSIÓN	UTILIDAD NETA	FLUJO DE EFECTIVO	FLUJO DE EFECTIVO ACTUALIZADO	0,12
0	\$ 156.560,75				\$ -156.560,75
1		\$ 44.958,14	\$ 45.642,46	\$ 40.752,20	\$ 40.752,20
2		\$ 55.357,71	\$ 56.042,03	\$ 44.676,37	\$ 44.676,37
3		\$ 68.189,18	\$ 68.873,50	\$ 49.022,80	\$ 49.022,80
4		\$ 84.026,92	\$ 84.711,25	\$ 53.835,53	\$ 53.835,53
5		\$ 103.582,20	\$ 104.266,52	\$ 59.163,62	\$ 59.163,62
6		\$ 127.735,99	\$ 128.420,32	\$ 65.061,73	
			VAN	\$18.118,81	
			TIR	16%	

CÁLCULO PARA EL PERÍODO DE RECUPERACIÓN DE INVERSIÓN (PRI)						
AÑOS	INVERSIÓN	FLUJO NETO	VAN (12%)	PRI		
				(A) INVERSIÓN	(B) VAN (12%)	C=A+B
0	\$-156.560,75					
1		\$ 45.642,46	\$ 40.752,20	\$ -156.560,75	\$ 40.752,20	\$ -115.808,55
2		\$ 56.042,03	\$ 44.676,37	\$ -110.918,29	\$ 44.676,37	\$ -66.241,92
3		\$ 68.873,50	\$ 49.022,80	\$ -54.876,25	\$ 49.022,80	\$ -5.853,46
4		\$ 84.711,25	\$ 53.835,53	\$ 13.997,25	\$ 53.835,53	\$ 67.832,78
5		\$ 104.266,52	\$ 59.163,62	\$ 98.708,49	\$ 59.163,62	\$ 157.872,12
6		\$ 128.420,32	\$ 53.835,53	\$ 202.975,01	\$ 53.835,53	\$ 256.810,54

Realizado por: Bastidas, Sandra, 2022.

Se obtuvo un valor actual neto de \$18,118,81 por lo que avala la generación de beneficios económicos para la empresa, además se obtuvo una tasa interna de retorno del 16%, lo cual indica que el proyecto es viable así como el periodo de recuperación de la inversión que se efectuará a los 4 años.

CONCLUSIONES

- Con el adecuado análisis de la parametrización de las variables se logró un diseño técnico del laboratorio.
- Se esquematizó el layout del laboratorio con un área proyectada de $103,1 m^2$
- Se realizó la documentación respectiva en función a la norma ISO 17025:2018, preparando al laboratorio con miras a su implementación.
- La validación del diseño del laboratorio se realizó en función al cuestionario SAE alcanzando una implementación del 66,67% que constituye la etapa de diseño.
- El estudio económico determinó que se necesita una inversión inicial de \$156560,75 para la implementación del laboratorio, los indicadores económicos como el VAN, TIR Y PRI demostraron que es viable ejecutar este proyecto y que la recuperación del capital estimado es de 4 años.

RECOMENDACIONES

- Considerar las directrices técnicas de la norma ISO 17025 para sujetarse a los procesos de acreditación del laboratorio, a fin de garantizar su capacidad técnica y mantener su validez y confiabilidad.
- Realizar una revisión del mercado con mayor cantidad de proveedores para determinar los requerimientos de las máquinas y equipos necesarios.
- Gestionar la acreditación bajo el alcance de productos de protección eléctrica y posteriormente expandirse a productos compatibles con los ensayos ejecutados.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ASTM B117**, Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus. 2018.
2. **BESA, BERNARDO ECENARRO S.A.** *Método de los factores ponderados*. [En línea] <https://www.bernardoecenarro.com/es/te-ayudamos/guia-pintado-industrial/defectos-causas-soluciones/>.
3. **DECRETO EJECUTIVO 2393**, Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo. 1986. 1986.
4. **ELCOMERCIO**, *Ambato consolida una nueva zona industrial*. [En línea] 2018. <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/ambato-consolidacion-zonaindustrial-tungurahua-empresas.html>.
5. **ENERGÍA, MINISTERIO**, Plan Maestro de Electricidad. *Plan Maestro de Electricidad*. 2020. p. 79.
6. **GADMA, GAD MUNICIPALIDAD DE AMBATO**. *Ordenanza de Aprobación del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2050 y del Plan de uso y Gestión de Suelo 2033 del Cantón Ambato*. Ambato : s.n., 2021. pp. 59, 169, 177, 215.
7. **GARCÍA, F & F, JARABO**. *Método de los factores ponderados*. 2019.
8. **G-ENAC-01**, Cuestionario de autoevaluación del cumplimiento de la norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2017. 2021. 2021.
9. **GTC-ISO-IEC 99**, Vocabulario internacional de metrología (VIM). 2019. Conceptos fundamentales, generales y términos asociados. [En línea] 2019. <https://www.acreditacion.gob.ec/que-es-la-trazabilidad-metrologica/>.
10. **GUERRA, Juan Carlos, CASTAÑEDA, Abel & HOWLAND, Juan José**. *Estudio preliminar de la agresividad corrosiva de la atmósfera en el puente de los Caras*. Manabí, Ecuador : Red de Resvistas Científicas de América Latina, 2016.

11. **INEN 1 700**, Evaluación de la competencia técnica de laboratorios. [En línea] <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/ambato-consolidacion-zonaindustrial-tungurahua-empresas.html>.1986.
12. **INGEMECANICA**. *Estudio y Clasificación de los Aceros*. 2022.
13. **ISO 17000:2020**, Evaluación de la conformidad. Vocabulario y principios.
14. **ISO 3864**, Símbolos gráficos. Colores de seguridad y señales de seguridad. 2013.
15. **ISO 9001:2015**, Sistema de Gestión de la Calidad.
16. **ISO IEC 17025**. *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración*. 2017.
17. **ITA, INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ARAGÓN**. *ITA, Instituto Tecnológico de Aragón*. 2020.
18. **MACÍAS, Viviana**. El Comercio. *Si tiene 6 medidores o más a poner cabinas*. [En línea] 2014. <https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/medidores-o-mas-a-poner.html>.
19. **MINISTERIO DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES, MERNNR**. *Plan energético Nacional del Ecuador proyectado al 2050*. 2021.
20. **NEC-SE-CM**, Norma Ecuatoriana de la Construcción. *Geotecnia y cimentaciones*.
21. **NTC 3444**, Armarios para instalación de medidores de energía eléctrica. 1992. Bogotá, Colombia : s.n., 1992.
22. **NTC-ISO 9004:2018**, Gestión para el éxito sostenido en una organización.
23. **NTE INEN ISO/IEC 17025. 2018**. *Requisitos generales para la competencia de laboratorios de Ensayo y Calibración*. 2018.
24. **NTP 679**, :Análisis modal y efectos. AMFE. 2004. 2004.

25. UNE 66177:2005, Guía para la integración de los sistemas de gestión. *Guía para la integración de los sistemas de gestión*. 2021

ANEXOS