

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA REACTIVACIÓN
DEL LABORATORIO DE POTENCIA DE LA ESCUELA DE
INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

PRESENTADO POR:
**ERICK ROMMEL ORELLANA ABREGO
GERSON EDGARDO RAMÍREZ GONZÁLEZ
BRYAN ANDY SILVA RODRÍGUEZ**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

CIUDAD UNIVERSITARIA, MAYO 2024

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

MSC. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL:

LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO:

ING. LUIS SALVADOR BARRERA MANCÍA

SECRETARIO:

ARQ. RAÚL ALEXANDER FABIÁN ORELLANA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DIRECTORA INTERINA:

MSC. JEANNETTE ELIZABETH SÁNCHEZ DE POCASANGRE

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Título :

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA REACTIVACIÓN DEL
LABORATORIO DE POTENCIA DE LA ESCUELA DE
INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

Presentado por:

**ERICK ROMMEL ORELLANA ABREGO
GERSON EDGARDO RAMÍREZ GONZÁLEZ
BRYAN ANDY SILVA RODRÍGUEZ**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

ING. ANDRÉS OMAR AGUILAR MENÉNDEZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, MAYO 2024

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

ING. ANDRÉS OMAR AGUILAR MENÉNDEZ

Agradecimientos

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a Dios por haberme brindado la fortaleza y la oportunidad de culminar este arduo proceso académico.

A mi madre, Reynelda Abrego, quiero dedicarle un agradecimiento especial. Gracias por ser mi compañera incondicional a lo largo de todos estos años, por tu apoyo en los momentos difíciles y por celebrar conmigo cada pequeño triunfo. Mamá, gracias por estar siempre presente y por ser mi mayor motivación. ¡Lo logramos juntos!

Valeria, mi compañera de alegrías y tristezas. Fuiste de las personas que vivió este proceso a mi lado. Gracias por tu apoyo durante todo este camino, por tu comprensión cuando era necesaria y por estar ahí cuando lo necesitaba. Este logro también es tuyo.

A toda mi familia por su inquebrantable respaldo en diversas formas, lo cual fue fundamental para culminar esta etapa académica.

Mi querido amigo Gerson, gracias por tu esfuerzo en este trabajo, tus consejos durante toda la carrera que han sido de mucha ayuda como profesional, lo logramos Gerson. Y a todos mis amigos y compañeros, les agradezco por sumarse a mi camino y contribuir de manera significativa para alcanzar este logro.

Este logro no hubiera sido posible sin el apoyo de todas estas personas importantes en mi vida.

Les agradeceré siempre.

Erick Orellana

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco profundamente a Dios por haberme dado la fuerza y la oportunidad de culminar mis estudios con éxito y completar este trabajo de graduación.

Mi gratitud infinita va también para mi madre Daysi González, mi abuela Ana Gladys Reyes y mi tía Ana Gladys Benítez, quienes siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo incondicional.

A mis compañeros de clase, con quienes compartí momentos inolvidables y enriquecedores en nuestra alma mater, les doy las gracias por ser parte de este viaje. Especialmente a Mónica y Thania con quienes iniciamos este viaje juntos desde el primer día. Gaby, Alexis, Tamayo y Julio que fueron amistades con las que viví buenos y malos momentos y finalmente a Stanley que fue mi compañero de estudios gran parte de la carrera, todos ellos ahora son una parte importante de mi vida.

A los docentes, gracias por transmitirnos su sabiduría y experiencia, y por inspirarnos a perseverar en nuestro camino, especialmente al Ingeniero Saúl Guardado Peña, la Ingeniera Verénice Canjura, la Ingeniera Alisson Menjívar con quienes compartí durante mi servicio social y con quienes estaré siempre agradecido por todo el apoyo y ayuda que me brindaron, y finalmente a la Ingeniera Jeannette de Pocasangre a quién recordaré siempre por ayudar y apoyar a todos los estudiantes.

A mi amigo Erick por su dedicación y esfuerzo en el desarrollo de este trabajo de graduación y quién fue mi compañero de trabajo en los últimos años de la carrera. También a Andy por su perseverancia a pesar de las dificultades que enfrentamos.

Finalmente, y no menos importante, a Carlos Córdova, quién ha sido un gran amigo y consejero.

Gerson Edgardo Ramírez González

Agradecimientos

Agradezco a Dios por guiarnos a lo largo de nuestras vidas, por ser la fortaleza en los momentos de dificultad y debilidad.

Gracias a mi familia por su amor incondicional y constante apoyo durante este viaje académico. Especialmente a mis padres, Ana Delmy Rodriguez y Carlos Alfredo Silva les agradezco por su sacrificio, por brindarme las herramientas necesarias para poder culminar este estudio, y sobre todo por creer en mí en todo momento.

A mis amigos, que me apoyaron y estuvieron en cada uno de mis pasos, les agradezco sus palabras de ánimo que me demostraron que todo es posible. Gracias por compartir las tardes y noches de estudio, los días de estrés, ustedes estuvieron ahí, brindándome su apoyo incondicional.

Quiero agradecer a mis compañeros Erick y Gerson, por permitirme formar parte de este equipo, ya que sus aportes fueron fundamentales para la realización de este trabajo.

Agradezco sinceramente a todos los que me acompañaron a lo largo de este estudio por su colaboración y disposición para compartir sus experiencias. Sin su contribución, este trabajo no habría sido posible.

Bryan Andy Silva Rodriguez

INTRODUCCIÓN.....	i
OBJETIVOS.....	ii
Objetivo General	ii
Objetivos Específicos	ii
ALCANCES Y LIMITACIONES	iv
Alcances.....	iv
Limitaciones	iv
JUSTIFICACIÓN	vi
CONTRAPARTE	1
CAPITULO I: GENERALIDADES DEL ESTUDIO	6
1. MARCO TEÓRICO.....	6
2 MARCO CONTEXTUAL.....	12
2.1 Contexto social	12
2.1.1 Población estudiantil de la carrera de Ingeniería Eléctrica.	12
2.1.2 Como los laboratorios de potencia puede fomentar el desarrollo profesional de los estudiantes	13
2.2 Contexto ambiental.....	14
2.2.1 Panorama actual de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.	14
2.3 Contexto tecnológico	16
2.3.1 Transición energética.....	16
2.3.2 Preparación digital del sector eléctrico en Centroamérica.....	16
2.3.3 Referencias de laboratorios de potencia en América	17
2.3.4 Existencia de los laboratorios de potencia en El Salvador	20
2.3.5 Aporte de los laboratorios de potencia a nivel tecnológico.....	20
2.4 Contexto económico	24
2.4.1 Marco económico exterior.....	24
2.4.2 Marco económico local	26
2.4.3 Contexto económico de la Universidad de El Salvador.	29
2.4.4 Contexto económico del sector eléctrico.....	30
3 MARCO LEGAL.....	32
3.1 Unidad Ambiental de la Universidad de El Salvador	32
3.2 Política Energética Nacional.....	32
3.2.1 La nueva Política Energética de El Salvador 2010-2024.....	32
3.2.2 Líneas Estratégicas de la Política Energética	33
3.3 Ley Orgánica de la Universidad de El Salvador	33

CAPITULO II: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	36
1. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL ESTUDIO	36
1.1 Metodología de la investigación	36
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	36
2.1 Definición y delimitación del problema	36
2.2 Definición de objetivos	37
2.3 Justificación	37
2.4 Antecedentes	37
3. MARCOS DE LA INVESTIGACIÓN	37
3.1 Marco teórico	37
3.2 Marco contextual	38
3.3 Marco legal	39
4. DISEÑO METODOLÓGICO	39
4.1 Definición del tipo de estudio	39
4.2 Determinación de la población y la muestra del objeto de estudio	40
4.3 Selección de métodos e instrumentos	40
5. EJECUCIÓN	41
5.1 Recolección de los datos	41
5.2 Tratamiento de los datos para el análisis	41
5.3 Análisis de los datos	41
6. PLANIFICACIÓN DEL ESTUDIO	42
7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	43
7.1 Descripción del diseño de la investigación	43
7.2 Prioridad o peso	44
7.3 Secuencia o tiempos de los métodos o componentes	44
7.4 Tipo de investigación	45
7.5 Fuentes de Información	46
7.5.1 Fuentes de Información Primaria	46
7.5.2 Fuentes de Información Secundaria	47
7.5.3 Ejes de la investigación	47
CAPITULO III: DIAGNÓSTICO	49
1. GENERALIDADES DEL DIAGNÓSTICO	49
1.1 Definición Estudio o Investigación de Mercado	49
1.1.1 Objetivos de las Investigaciones de Mercado	50
1.1.2 Importancia de una investigación de mercado	50

1.1.3 Tipos de investigación de mercado	50
1.1.4 Limitaciones en las investigaciones de mercado	51
1.1.5 Estructura del Estudio de Mercado	51
1.1.6 Definición del Servicio.....	52
1.1.7 Definición de Mercado Consumidor	52
1.1.8 Definición de Mercado Competidor	52
1.1.9 Definición de Mercado Distribuidor.....	53
1.1.10 Definición de Mercado Abastecedor.....	53
2. MERCADO CONSUMIDOR	54
2.1 Metodología General del Estudio del Mercado Consumidor	54
2.2 Fuentes de Información.....	54
2.2.1 Técnicas De Investigación	55
2.3 Universo	55
2.3.1 Plan de muestreo	56
2.4 Selección preliminar de los servicios a ofertar.....	56
2.4.1 Caracterización de servicios	57
2.4.2 Realización de Ensayos.....	57
2.4.3 Educación.....	60
2.5 Criterios para la preselección de los servicios	60
2.6 Selección de los servicios	60
2.7 Caracterización del mercado consumidor.....	65
2.7.1 Segmentación del mercado	66
2.8 Diseño de herramientas e instrumentos de investigación	66
2.8.1 Cuestionario a empresas distribuidoras de energía.....	66
2.9 Identificación de los Consumidores.....	70
2.10 Recolección de Información y Análisis de Datos	70
2.10.1 Resultados de las entrevistas a las empresas de distribución de energía eléctrica en El Salvador.	71
2.11 Conclusiones Del Mercado Consumidor.....	75
3. MERCADO COMPETIDOR	77
3.1 Metodología del estudio de mercado competidor	77
3.2 Medios y fuentes de recolección de información	78
3.2.1 Fuentes de información	78
3.2.2 Diseño de herramienta de recolección de datos.	79
3.2.1 Identificación de la competencia	80

3.2.2 Criterios para la selección del estudio de los competidores	80
3.2.3 Instrumentos de obtención de información a utilizar	80
3.3 Antecedentes del mercado competidor	81
3.3.1 Tipo de competidor de la contraparte en análisis.	81
3.3.2 Competidores con base a la cobertura de mercado que poseen.	81
3.4 Descripción de competidores directos	81
3.5 Descripción de competidores indirectos.	83
3.5.1 Recolección/levantamiento de la información.	88
3.6 Análisis de los resultados de la técnica cliente misterioso.	100
3.7 Conclusiones	103
4. MERCADO ABASTECEDOR.....	104
4.1 Metodología general del mercado abastecedor.....	104
4.2 Generalidades del mercado abastecedor	104
4.3 Antecedentes del mercado abastecedor.....	105
4.4 Fuentes de Información	105
4.5 Identificación de insumos requeridos	106
4.5.1 Transformadores.....	106
4.5.2 Aisladores:.....	113
4.5.3 Cables	115
4.5.4 Ensayo de impulso tipo rayo.....	115
4.5.5 Apartarrays.....	117
Ensayo de impulso tipo rayo	117
4.6 Criterios para la evaluación de proveedores	119
4.7 Evaluación de proveedores	120
4.8 Conclusiones del mercado abastecedor	126
5. MERCADO DISTRIBUIDOR	127
5.1 Antecedentes del mercado distribuidor	127
5.2 Análisis de requisitos para distribuidores	128
5.3 Identificación de posibles opciones de distribución de los productos en estudio. ..	128
5.4 Recolección de información	129
5.5 Selección del canal de distribución	131
5.6 Identificación de las características y requisitos de distribución de los objetos de prueba.	132
5.6.1 Análisis de requerimientos de almacenamiento.....	132
5.7 Hallazgos del mercado distribuidor.	133

CAPITULO IV: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	134
1. PROCESO DE DISEÑO.....	134
1.1 Formulación del problema	134
1.1.1 Enunciado del problema	134
1.2 Análisis del Problema	135
1.2.1 Variables de entrada y salida	135
1.2.2 Variables de solución	136
1.2.3 Restricciones.....	136
1.2.4 Criterios	136
1.2.5 Volumen	137
1.2.6 Uso	137
1.3 Búsqueda de las alternativas	137
1.3.1 Solución 1.....	137
1.3.2 Solución 2.....	138
1.3.3 Solución 3.....	139
1.4 Evaluación de las alternativas	140
1.5 Selección de la alternativa.....	142
1.5.1 Puntuación de las soluciones según los criterios seleccionados.	142
2. CONCEPTUALIZACIÓN DE LA SOLUCIÓN	144
2.1 Descripción de los componentes.	145
CAPITULO V: CÁLCULO DE LA DEMANDA DE LOS SERVICIOS.....	146
1. Demanda de los servicios	146
1.1 Estimación de la demanda para el Laboratorio de Potencia.	146
1.1.1 Estimación de la demanda del segmento de estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica.	146
1.1.2 Estimación de la demanda del segmento de empresas privadas (servicios a externos).....	154
1.1.3 Total de la demanda de los servicios del laboratorio de potencia.	158
CAPITULO VI: TAMAÑO DEL PROYECTO	161
1. Determinación del tamaño del proyecto	161
1.1 Características del Mercado de Consumo	161
1.2 Características del mercado de abastecimiento	162
1.3 Disponibilidad de recursos Financiero	162
1.3 Características de mano de obra	163
1.4 Maquinaria y equipo	169

1.5 Determinación del tamaño del proyecto.....	170
CAPITULO VII: LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	171
1. Determinación de la Localización del Proyecto.....	171
1.1 Macrolocalización	172
1.1.1 Factores determinantes para la macrolocalización.....	172
1.1.2 Características de la macrolocalización	174
1.2 Microlocalización.....	175
1.2.1 Factores determinantes para la microlocalización	175
1.2.2 Ponderación de los factores determinantes para la microlocalización	176
CAPITULO VIII: INGENIERÍA DEL PROYECTO	179
1. Estudio de Ingeniería del Proyecto	179
1.1 Descripción de los servicios del laboratorio de potencia	179
1.1.1 Servicios de prueba de laboratorio para empresas privadas.....	179
1.1.2 Servicios de capacitaciones	179
1.1.3 Servicio de investigación y desarrollo.	180
1.2 Diseño de los Productos y/o Servicios	181
1.2.1 Rigidez dieléctrica	181
1.2.2 Factor de potencia.	185
1.2.3 Determinación de color.	192
1.2.4 Acidez (número de neutralización).	196
1.2.5 Inspección visual.....	201
1.2.6 Prueba de impulso de tipo rayo.	205
1.3 Balance de Materiales	212
1.4 Personal Requerido	214
1.5 Procesos Productivos o de Prestación de Servicios	215
1.5.1 Selección del sistema de producción	215
1.6 Técnicas de Producción	216
1.6.1 Selección de la técnica de producción.	217
1.7 Especificaciones de recursos	218
1.7.1 Especificaciones del probador de rigidez dieléctrica	218
1.7.2 Especificaciones del equipo para prueba de Factor de potencia	220
1.7.3 Especificaciones del equipo para prueba de Inspección Visual	221
1.7.4 Especificaciones del equipo para prueba determinación de color.....	222
1.7.5 Especificaciones del equipo para prueba de acidez	223
1.7.6 Especificaciones del equipo para ensayo de impulso tipo rayo	223

1.8 Características de los Insumos	225
1.9 Distribución del área de producción	226
1.9.1 Hoja de análisis de requerimiento total de espacio.....	226
1.9.2 Diagrama de relación de actividades	233
1.9.3 Hoja de trabajo para el diagrama de bloques	236
1.9.4 Distribución en planta del edificio de potencia	238
CAPITULO IX: ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO	239
1. ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO	239
1.1 Organización	240
1.1.1 Planeación estratégica del Laboratorio de Potencia.....	240
1.1.2 Estructura organizativa y recurso humano.....	243
1.1.3 Gestión de la administración del laboratorio de potencia	246
1.1.4 Descripción general de los procedimientos.....	249
1.2 Entorno Legal del Proyecto	257
1.2.1 Ley de Educación Superior.....	257
1.2.2 Ley Orgánica de La Universidad de El Salvador	257
1.2.3 Ley de Compras Públicas	258
1.2.4 Reglamento de La Facultad de Ingeniería y Arquitectura (FIA).	259
1.2.5 La nueva política Energética El Salvador. 2010-2024.....	261
CAPITULO X: ESTABLECIMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE APOYO.....	262
1. ELEMENTOS DE APOYO	262
1.1 Reglamento del laboratorio de potencia	262
1.2 Procedimiento de compras de insumos y gestión de compras	268
1.3 Reglamento de seguridad y salud ocupacional para el laboratorio de potencia.....	272
1.4 Transporte, almacenamiento y manejo de materiales	284
1.5 Propuesta de modelo de gestión de la calidad basado en las normas ISO 21001:2018 e ISO 17025:2017	288
1.5.1 Sistema de Gestión Educativa (SGE) para el Laboratorio de Potencia basado en la ISO 21001:18	288
1.6 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración (ISO/IEC 17025:2017)	289
1.6.1 Proceso de acreditación	290
1.7 Política de Calidad del Laboratorio de Potencia	293
1.8 Otros documentos de apoyo	294
CAPITULO XI: ESTUDIO ECONÓMICO	299

1. ESTUDIO ECONÓMICO.....	299
1.1 Inversiones del Proyecto	299
1.1.2 Inversión Fija.....	299
1.1.3 Capital de trabajo.....	306
1.1.4 Resumen de la Inversión Fija Total del Laboratorio de Potencia	310
1.2 Financiamiento del Proyecto	310
1.2.1 Origen de los fondos.....	310
1.2.2 Alternativas al financiamiento propio.....	311
1.2.3 Proceso para solicitar ayuda de un ente cooperante establecido por el Ministerio de Relaciones Exteriores de El Salvador	312
1.3 Costos del Proyecto.....	313
1.3.1 Clasificación de los costos.....	313
1.3.2 Estructura de costos a utilizar para el laboratorio de potencia	316
1.3.3 Sistema de costos aplicado al Laboratorio de Potencia.	316
1.3.4 Metodología a emplear para el establecimiento de costos.....	316
1.3.5 Costos de producción	317
1.3.5.3 Depreciación de maquinaria y equipo de producción	323
1.3.7 Costos administrativos.....	333
1.3.8 Costos financieros.....	339
1.4 Estimación de Ingresos y Egresos Futuros.....	352
1.4.1 Ingresos futuros	353
1.4.2 Estimación de los egresos.....	355
1.5 Resumen de la Estimación de Ingresos y Egresos	356
1.6 Estado de Resultados.....	357
1.7 Flujo de Efectivo	358
CAPITULO XII: EVALUACIONES.....	358
1. EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	358
1.1 Evaluación de Proyectos Sociales Económicos	358
1.1.1 Evaluación de punto de equilibrio.....	359
1.1.2 Evaluación Económica.....	361
1.1.3 Establecimiento del Enfoque de Análisis Beneficio Costo.....	366
1.1.4 Evaluación de Beneficios.....	367
1.1.5 Evaluación de Costos	368
1.1.6 Cálculo del Beneficio Costo	369
2. EVALUACIÓN FINANCIERA.....	369

2.1 Razones financieras	369
2.2 Análisis de Sensibilidad	371
3. EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO	375
3.1 Educación	375
3.2 Economía	378
4. EVALUACIÓN AMBIENTAL	379
4.1 Características ambientales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador.	381
4.2 Identificación de los Impactos Ambientales	382
4.2.1 impactos generados por el Laboratorio de Potencia.....	382
4.3 Evaluación de los Impactos Ambientales.....	383
CAPITULO XIII: ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO.....	391
1.ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO.....	391
1.1 Estructura de desglose de trabajo (EDT).....	392
1.2 Desglose analítico	393
1.2 Plan de gestión del cronograma.....	395
1.3 Diagrama de Actividades y Ruta Critica.....	397
1.4 Diagrama de Gantt	398
1.5 Escala de tiempo de actividades.....	400
1.6 Plan de gestión de riesgos	401
1.7 Organización del Proyecto	408
CONCLUSIONES.....	414
RECOMENDACIONES	417
BIBLIOGRAFÍA.....	418
ANEXOS.....	419

Índice de Tablas

Tabla 1 Población estudiantil activa en la FIA a partir del año 2012 hasta el año 2022	12
Tabla 2 Número de Prioridad de Falla (PN).....	21
Tabla 3 Análisis de tasa de falla de transformadores de potencia (transmisión y distribución) en función del tipo de tensión (años de 2000 a 2010).....	23
Tabla 4 Análisis de ubicación de fallas basado en 112 fallas importantes entre 2000 y 2010	24
Tabla 5 Clasificación CIU del laboratorio de potencia de la Escuela de Ingeniería Eléctrica.	29
Tabla 6 Crecimiento anual desde el enfoque de la producción de suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	31

Tabla 7 Tabla de Indicadores para la recopilación de datos claves de información	41
Tabla 8 Descripción de las técnicas de investigación	46
Tabla 9 Descripción de los ejes de la investigación	47
Tabla 10 Servicios ofrecidos por otros laboratorios	63
Tabla 11 Puntuación total y porcentaje acumulado para los servicios ofrecidos por otros laboratorios	64
Tabla 12 Segmentación del mercado consumidor	66
Tabla 13 Objetivos del cuestionario realizado a el mercado consumidor	66
Tabla 14 Identificación de los clientes de los servicios a ofrecer por el Laboratorio	70
Tabla 15 Actividad económica de las empresas entrevistadas para el estudio de mercado consumidor	70
Tabla 16 Objetivos de cada ítem utilizado para la técnica de Cliente Misterioso	79
Tabla 17 Identificación de los competidores.....	80
Tabla 18 Descripción de la Empresa Transmisora de El Salvador (ETESAL)	81
Tabla 19 Descripción del laboratorio de Ensayos Eléctricos de Alta Tensión de la UIP	82
Tabla 20 Descripción de la empresa Diseño y Equipos Eléctricos de México (DEEMSA)	82
Tabla 21 Laboratorio de Sistemas de Potencia de la Universidad Don Bosco El Salvador	83
Tabla 22 Laboratorio Grupo ICE de Costa Rica	83
Tabla 23 Taller y Laboratorio de Transformadores de Soluciones Eléctricas S.A de C.V .	84
Tabla 24 Empresa TESTING El Salvador.....	85
Tabla 25 Empresa proveedora eléctrica de El Salvador S.A de C.V (Grupo PELSA)	86
Tabla 26 Empresa Soluciones Tecnológicas de Ingeniería, S.A de C.V. - SOLEIN	87
Tabla 27 Empresa SOLTECH	88
Tabla 28 Recolección de la información empresa SOLELECTRIC	88
Tabla 29 Recolección de la información empresa TESTING	90
Tabla 30 Recolección de la información Grupo PELSA	91
Tabla 31 Recolección de la información empresa DEEMSA	93
Tabla 32 Recolección de la información GRUPO ICE	94
Tabla 33 Recolección de la información Universidad Interamericana de Panamá	96
Tabla 34 Recolección de la información empresa ETESAL.....	97
Tabla 35 Recolección de la información Universidad Don Bosco.....	99
Tabla 36 Estrategias y Políticas para la adquisición de materias primas e insumos	105
Tabla 37 Fuentes de información utilizadas para el mercado abastecedor.....	105
Tabla 38 Equipo necesario para la realización de pruebas en transformadores.....	111
Tabla 39 Equipo necesario para la realización de pruebas en aisladores.....	114
Tabla 40 Equipo necesario para la realización de pruebas en cables.....	116
Tabla 41 Equipo necesario para la realización de pruebas a apartarrayos.....	118
Tabla 42 Valor de la ponderación de los criterios a utilizar para la selección de proveedores	119
Tabla 43 Puntuación de los criterios para la selección de los proveedores	121
Tabla 44 Valoración total y selección de los distribuidores	124
Tabla 45 Tabla resumen de selección de proveedores.....	125
Tabla 46 Descripción del perfil inicial necesario para la selección de un distribuidor para el laboratorio	128
Tabla 47 Medios propuestos para la distribución del servicio	128
Tabla 48 Ficha técnica para la entrevista n#1	129

Tabla 49 Ficha técnica utilizada para la entrevista n#2.....	130
Tabla 50 Identificación de las variables de entrada y salida y sus limitaciones	135
Tabla 51 Asignación del peso de cada criterio para la selección de la propuesta de solución	140
Tabla 52 Modelo de matriz de calificación.....	141
Tabla 53 Puntuación y cálculo de la nota promedio de las soluciones mediante la matriz de calificación	142
Tabla 54 Selección de la alternativa de solución.....	142
Tabla 55 Cátedras que permiten el uso y enseñanza de los ensayos propuestos para el Laboratorio de Potencia	146
Tabla 56 Estudiantes inscritos y cantidad de grupos necesarios por asignatura	148
Tabla 57 Tiempo promedio para pruebas de R.D, F.P y D.C	148
Tabla 58 Tiempo Promedio para pruebas de Acidez, Inspección Visual y P.I.T.R	149
Tabla 59 Cantidad de ensayos necesarios a realizar por número de grupos necesarios por asignatura	149
Tabla 60 Cantidad de pruebas a realizar por ciclo, divididas por ensayo y materia.....	150
Tabla 61 Cantidad de horas requeridas para realizar los diferentes ensayos en cada asignatura durante el año académico.....	151
Tabla 62 Resumen del cálculo de la cantidad de ensayos sugeridos para los años 2013 a 2023	152
Tabla 63 Proyección de la demanda obtenida a través de la ecuación de regresión lineal	153
Tabla 64 Cantidad de ensayos realizados durante el año 2022	154
Tabla 65 Proyección de la cantidad de pruebas a realizar por AES El Salvador	155
Tabla 66 Cantidad de ensayos a realizar mensualmente la ecuación de Demanda para el Laboratorio de Potencia	155
Tabla 67 Tabla resumen con los ensayos a realizar anualmente	156
Tabla 68 Cantidad de ensayos realizados durante el año 2022	156
Tabla 69 Proyección de la demanda de AES El Salvador	157
Tabla 70 Cantidad de ensayos de Inspección Visual a realizar mensualmente la ecuación de Demanda para el Laboratorio de Potencia	158
Tabla 71 Tabla resumen con los ensayos a realizar anualmente	158
Tabla 72 Cantidad de ensayos de Rigidez Dieléctrica pronosticados a realizar	158
Tabla 73 Cantidad de ensayos de Factor de Potencia pronosticados a realizar.....	159
Tabla 74 Cantidad de ensayos de Determinación de Color pronosticados a realizar	159
Tabla 75 Cantidad de ensayos de Acidez (Número de Neutralización) pronosticados a realizar	159
Tabla 76 Cantidad de ensayos de Inspección Visual pronosticados a realizar	160
Tabla 77 Cantidad de ensayos de Prueba de Impulso Tipo Rayo pronosticados a realizar	160
Tabla 78 Resumen de la demanda de mercado consumidor.....	161
Tabla 79 Consolidación de tiempos de los servicios	164
Tabla 80 Factores para el cálculo del tiempo normal de trabajo.....	168
Tabla 81 Cálculo de los días de asueto laboral para empleados de la Universidad de El Salvador.....	168
Tabla 82 Identificación de tiempos de paro de los servicios	169
Tabla 83 Determinación de la capacidad instalada de los equipos	170

Tabla 84 Ventajas y desventajas del mercado de consumo	173
Tabla 85 Ventajas y desventajas de las fuentes de abastecimiento.....	173
Tabla 86 Ventajas y desventajas de los servicios básicos.....	174
Tabla 87 Alternativas de espacio para la microlocalización.....	176
Tabla 88 Ponderación de los factores de microlocalización	176
Tabla 89 Resultado del cálculo del puntaje total de los factores para cada alternativa de microlocalización	178
Tabla 90 Demanda de horas al año para servicios del laboratorio de Potencia	214
Tabla 91 Especificaciones técnicas del probador de rigidez dieléctrica	219
Tabla 92 Especificaciones técnicas del equipo de factor de potencia	221
Tabla 93 Especificaciones técnicas para la prueba de determinación de color	222
Tabla 94 Especificaciones técnicas del kit de pruebas	223
Tabla 95 Especificaciones técnicas de la máquina de pruebas de impulso de tipo rayo.....	224
Tabla 96 Especificaciones técnicas del Hidróxido de Potasio	225
Tabla 97 Especificaciones técnicas del Papel térmico.....	225
Tabla 98 Hoja de requerimientos de maquinaria y equipo.....	226
Tabla 99 Hoja de requerimiento de espacio del área de rigidez dieléctrica	227
Tabla 100 Hoja de requerimiento de espacio de área de factor de potencia	227
Tabla 101 Hoja de requerimiento de espacio de área de inspección visual	227
Tabla 102 Hoja de requerimientos de espacio de área de determinación de color.....	227
Tabla 103 Hoja de requerimiento de espacio de prueba de impulso de tipo rayo.....	227
Tabla 104 Hoja de requerimiento de espacio de área del salón de clase	228
Tabla 105 Hoja de requerimiento de espacio de área de número de neutralización	228
Tabla 106 Hoja de requerimiento de espacio de área de los insumos	228
Tabla 107 Hoja de requerimiento de espacio para muebles y equipo de oficina	228
Tabla 108 Hoja de requerimientos de espacio para enseres.....	229
Tabla 109 Hoja de requerimiento de espacio para área de EPP	229
Tabla 110 Hoja de requerimiento de espacio para área de manejo de materiales	229
Tabla 111 Área necesaria para prueba de impulso de tipo rayo.....	229
Tabla 112 Área necesaria para prueba de rigidez dieléctrica	230
Tabla 113 Área necesaria para prueba de factor de potencia	230
Tabla 114 Área necesaria para prueba de inspección visual.....	230
Tabla 115 Área necesaria para prueba de determinación de color	231
Tabla 116 Área necesaria para prueba de acidez.....	231
Tabla 117 Área necesaria para el salón de clases.....	231
Tabla 118 Área necesaria para oficina	232
Tabla 119 Área necesaria para baño.....	232
Tabla 120 Área necesaria para EPP y Manejo de Materiales.....	232
Tabla 121 Suma total del área requerida para el Laboratorio de Potencia	233
Tabla 122 numeración e identificación de las áreas para el diagrama de actividades	233
Tabla 123 Simbología de proximidad para el diagrama de actividades relacionadas.....	233
Tabla 124 numeración e identificación de motivos para la carta de actividades relacionadas	234
Tabla 125 Cuadro de cercanía de las actividades	235
Tabla 126 Descripción de la simbología utilizada en el mapa de riesgos	280
Tabla 127 Matriz de riesgos para el Laboratorio de Potencia.....	281
Tabla 128 Descripción de la simbología utilizada en la ruta de evacuación.....	283

Tabla 129 Descripción general de características de un transformador de distribución ..	284
Tabla 130 Dimensiones generales para un montacargas manual hidráulico y un montacargas manual	285
Tabla 131 Cuadro resumen los capítulos necesarios y aspectos importantes para un SGE basado en la norma ISO 21001:18	288
Tabla 132 Inversión en Obra Civil	300
Tabla 133 Costo de la Maquinaria y equipo	300
Tabla 134 Costo de mobiliario de área productiva	301
Tabla 135 Costo del Equipo de Protección Personal (EPP)	301
Tabla 136 Costo del equipo para manejo de materiales	302
Tabla 137 Costo de equipo de oficina	302
Tabla 138 Total de la Inversión fija tangible	303
Tabla 139 Costos de Investigación y estudios previos	303
Tabla 140 Gastos de la administración del proyecto	305
Tabla 141 Total de la inversión fija intangible	305
Tabla 142 Total de la Inversión Fija	305
Tabla 143 Costo relacionado al inventario de materiales directos del capital de trabajo ..	306
Tabla 144 Cálculo del costo de mano de obra directa (MOD)	307
Tabla 145 Costo mensual del suministro de energía eléctrica de la maquinaria	307
Tabla 146 Costo mensual del suministro de energía eléctrica de equipo de oficina	308
Tabla 147 Electricidad consumida por mes	308
Tabla 148 Costo total de la electricidad consumida	308
Tabla 149 Total del costo de energía eléctrica	308
Tabla 150 Costo mensual de agua potable	309
Tabla 151 Costo de los insumos del área administrativa	309
Tabla 152 Total de costos para el capital de trabajo	309
Tabla 153 Total de la Inversión	310
Tabla 154 Costo anual de mano de obra directa	318
Tabla 155 Resumen anual del costo de mano de obra directa	318
Tabla 156 Materiales directos de producción para la prueba de Acidez	319
Tabla 157 Energía eléctrica consumida por el laboratorio de potencia	320
Tabla 158 Energía eléctrica anual consumida por el Laboratorio de Potencia	321
Tabla 159 Resumen anual del gasto energético	321
Tabla 160 Electricidad consumida por el sistema de alumbrado	321
Tabla 161 Resumen de la energía eléctrica consumida	322
Tabla 162 Monto total (en dólares) del consumo de energía	322
Tabla 163 Costo anual asociado al uso de agua potable	322
Tabla 164 Resumen del costo del uso de agua potable para 5 años	322
Tabla 165 Vida útil de los activos	323
Tabla 166 Costo total de la obra civil	324
Tabla 167 Depreciación anual de obra civil	324
Tabla 168 Depreciación acumulada de la obra civil para los primeros 5 años	324
Tabla 169 Costo total de los equipos de producción	325
Tabla 170 Depreciación anual de los equipos de producción	325
Tabla 171 Depreciación acumulada del equipo de producción del año 1 al 5	326
Tabla 172 Depreciación acumulada del equipo de producción del año 6 al 10	326
Tabla 173 Costo total del área productiva	327

Tabla 174 Depreciación anual del área productiva	327
Tabla 175 Depreciación acumulada de mobiliario del área de producción del año 1 al 5	328
Tabla 176 Depreciación acumulada de mobiliario del área de producción del año 6 al 10	328
Tabla 177 Costo total de EPP	329
Tabla 178 Depreciación anual de EPP	329
Tabla 179 Depreciación acumulada del EPP	330
Tabla 180 Costo total del equipo de manejo de materiales	330
Tabla 181 Depreciación del equipo de manejo de materiales	331
Tabla 182 Depreciación acumulada del equipo de manejo de materiales del año 1 al 5	331
Tabla 183 Depreciación acumulada del equipo de manejo de materiales del año 6 al 7	331
Tabla 184 Total anual de la depreciación de los costos de producción	331
Tabla 185 Depreciación acumulada para los primeros 5 años de los costos de producción	332
Tabla 186 Costo anual de material publicitario.....	333
Tabla 187 Desglose para los primeros cinco años del material publicitario	333
Tabla 188 Depreciación anual del equipo y mobiliario de administración	334
Tabla 189 Depreciación acumulada de mobiliario y equipo de administración	335
Tabla 190 Costos anual de suministros administrativos	336
Tabla 191 Resumen de a 5 años de los costos anuales de los insumos administrativos	336
Tabla 192 Amortización anual de la inversión fija intangible.....	337
Tabla 193 Amortización acumulada de la inversión fija intangible.....	337
Tabla 194 Resumen de los costos administrativos para el año 1	338
Tabla 195 Resumen de los costos anuales a 10 años.....	338
Tabla 196 Costo total del proyecto en el año 1	339
Tabla 197 Costos totales proyectados a 5 años.....	339
Tabla 198 Costos Fijos y Variables del Laboratorio de Potencia año 1	340
Tabla 199 Costos Fijos y Variables del Laboratorio de Potencia año 2	341
Tabla 200 Costos Fijos y Variables del Laboratorio de Potencia año 3	341
Tabla 201 Costos Fijos y Variables del Laboratorio de Potencia año 4	342
Tabla 202 Costos Fijos y Variables del Laboratorio de Potencia año 5	343
Tabla 203 Porcentaje de participación de los ensayos en las funciones administrativas	344
Tabla 204 Asignación del porcentaje de participación de los ensayos con los costos de comercialización	345
Tabla 205 Porcentaje de participación de los ensayos con la cantidad de ensayos pronosticados	345
Tabla 206 Asignación del porcentaje de participación de los costos proyectado a 5 años	346
Tabla 207 Resumen de los porcentajes de participación basado en los costos	346
Tabla 208 Demanda anual de los servicios del laboratorio.....	347
Tabla 209 Costo unitario prueba de rigidez dieléctrica	348
Tabla 210 Costo unitario prueba de factor de potencia.....	348
Tabla 211 Costo unitario prueba de determinación de color.....	349
Tabla 212 Costo unitario prueba de número de neutralización	349
Tabla 213 Costo unitario prueba de número de inspección visual	350
Tabla 214 Costo unitario prueba de impulso tipo rayo	350
Tabla 215 Promedio de los costos unitarios	351

Tabla 216 Costo unitario anual	351
Tabla 217 Precio de venta sugerido por servicio.....	352
Tabla 218 Precio de Venta del año 1 al 5.....	352
Tabla 219 Ingresos anuales de la prueba de Rigidez Dieléctrica	353
Tabla 220 Ingresos anuales de la prueba de factor de potencia	353
Tabla 221 Ingresos anuales por la prueba de determinación de color	353
Tabla 222 Ingresos anuales de la prueba de número de neutralización	354
Tabla 223 Ingresos anuales por la prueba de inspección visual	354
Tabla 224 Resumen anual de los ingresos por cada una de las pruebas	354
Tabla 225 Estimación anual de los egresos prueba de rigidez dieléctrica	355
Tabla 226 Estimación anual de los egresos prueba de factor de potencia	355
Tabla 227 Estimación anual de los egresos prueba de determinación de color	355
Tabla 228 Estimación anual de los egresos prueba de número de neutralización	355
Tabla 229 Estimación anual de los egresos prueba de inspección visual.....	356
Tabla 230 Estimación anual de los egresos prueba de impulso de tipo rayo.....	356
Tabla 231 Resumen de la estimación de los Ingresos y Egresos del año 1 al 3	356
Tabla 232 Resumen de los ingresos y egresos para los años 4 y 5.....	357
Tabla 233 Estado de Pérdidas y Ganancias Anual	357
Tabla 234 Flujo de efectivo anual	358
Tabla 235 Participación de los servicios.....	360
Tabla 236 Cálculo del margen de contribución	360
Tabla 237 Punto de equilibrio por cantidad de servicios	360
Tabla 238 Punto de equilibrio por unidades monetarias	361
Tabla 239 Tasa inflacionaria	362
Tabla 240 Ingresos por ventas.....	367
Tabla 241 Cantidad de ensayos por año	367
Tabla 242 Beneficios anuales estimados	367
Tabla 243 Costos incurridos para el Laboratorio de Potencia	368
Tabla 244 Resumen de los costos incluyendo la inversión del proyecto.....	368
Tabla 245 Análisis de sensibilidad	371
Tabla 246 Resumen de la Inversión bajo el escenario sin la prueba de impulso de tipo rayo	372
Tabla 247 Utilidad del periodo bajo el escenario planteado.....	373
Tabla 248 Comparación de indicadores financieros bajo el escenario planteado.....	373
Tabla 249 Estudiantes inscritos en la FIA en el año 2024	376
Tabla 250 Cantidad de estudiantes Inscritos en la Carrera de Ingeniería Eléctrica	376
Tabla 251 Costo de las pruebas en el mercado competidor	379
Tabla 252 Cantidad de estudiantes inscritos en las asignaturas que hacen uso del Edificio de Potencia.....	379
Tabla 253 Resumen de los impactos ambientales identificados	383
Tabla 254 Escala de valoración del impacto ambiental	384
Tabla 255 Pesos asignados a los indicadores a utilizar para el cálculo de M_i	385
Tabla 256 Pesos asignados a los indicadores a utilizar para el cálculo del VIA	385
Tabla 257 Criterios para valorar los impactos ambientales	386
Tabla 258 Criterios para la valoración de impactos	386
Tabla 259 Valor de VIA según la probabilidad de ocurrencia	388
Tabla 260 Valoración de los riesgos identificados.....	388

Tabla 261 Plan de gestión del cronograma	395
Tabla 262 Clasificación y descripción de los riesgos	401
Tabla 263 Definición de los riesgos identificados.....	402
Tabla 264 Escalas del impacto de los riesgos.....	403
Tabla 265 Calificación de los riesgos	403
Tabla 266 Probabilidad e impacto de los riesgos identificados.....	404
Tabla 267 Respuesta a los riesgos.....	406
Tabla 268. Tabla de transformadores recibidos en 2022 por parte del Laboratorio de CAESS.....	430
Tabla 269. Consolidado de proyección de 5 años de los servicios ofrecidos por el Laboratorio de Potencia.	430
Tabla 270. Tabla resumen de proyección de la demanda de empresas de distribución de energía.....	431
Tabla 271. Tiempos promedio de los servicios ofertados por el Laboratorio de Potencia.	431

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Edificio de Administración Académica de la FIA.....	1
Ilustración 2 Área geográfica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura	15
Ilustración 3 Probador de rigidez dieléctrica	58
Ilustración 4 Equipo de prueba para comparación de color.	58
Ilustración 5 Equipo Cromatógrafo.....	59
Ilustración 6 Máquina de pruebas de Impulso en el Laboratorio de Potencia de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura en la Universidad de El Salvador.	59
Ilustración 7 Probador de rigidez dieléctrica	107
Ilustración 8 Copa estándar para la prueba de rigidez dieléctrica	107
Ilustración 9 Papel térmico	107
Ilustración 10 Medidor de factor de potencia	107
Ilustración 11 Celda para prueba de medidor de potencia.....	107
Ilustración 12 Lámpara de bolsillo.....	107
Ilustración 13 Colorímetro	108
Ilustración 14 Kit de pruebas en situ - TITRA-LUBE TAN	108
Ilustración 15 Medidor de gases disueltos	108
Ilustración 16 Equipo Dexil para análisis de PCB's (Kits CLOR-N-OIL-50).....	109
Ilustración 17 Cromatógrafo de alta presión de líquido (HPLC).....	109
Ilustración 18 Frasco Boeco	109
Ilustración 19 Acetonitrilo	109
Ilustración 20 Hexano.....	109
Ilustración 21 Metanol	109
Ilustración 22 Tolueno	109
Ilustración 23 Agua.....	109
Ilustración 24 Generador de impulso tipo rayo	110
Ilustración 25 Sistema de prueba de capacitancia	113
Ilustración 26 Generador de impulso tipo rayo	113

Ilustración 27 Sistema de prueba de capacitancia	115
Ilustración 28 Generador de impulso tipo rayo	115
Ilustración 29 Medidor de factor de potencia de aislamiento	117
Ilustración 30 Generador de impulso tipo rayo	117
Ilustración 31 Pensum de Ingeniería Eléctrica Vigente	147
Ilustración 32 Área que pertenece a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura	175
Ilustración 33 Conexión del equipo a la celda	186
Ilustración 34 Probador de Rigidez Dieléctrica	218
Ilustración 35 Probador de Rigidez Dieléctrica	219
Ilustración 36 Medidor de Factor de Potencia	220
Ilustración 37 Celda de prueba	221
Ilustración 38 Cromatógrafo	222
Ilustración 39 Kit de pruebas TITRA-LUBE TAN	223
Ilustración 40 Generador de Impulso de Tipo Rayo	223
Ilustración 41 Elemento de protección visual necesario para los laboratoristas	275
Ilustración 42 Careta protectora necesaria para laboratoristas.....	275
Ilustración 43 Mascarillas N95 protectoras para laboratoristas.....	275
Ilustración 44 Gabacha protectora para laboratoristas.....	276
Ilustración 45 Guantes aislantes para laboratoristas.....	276
Ilustración 46 Botas protectoras para laboratoristas	276
Ilustración 47 Mapa de riesgos del Laboratorio de Potencia	280
Ilustración 48 Ruta de evacuación de las instalaciones del Edificio de Potencia	283
Ilustración 51 Reunión del equipo con el Decano de la FIA y el Director de la Escuela de Ingeniería Industrial.	420
Ilustración 52 Máquina de impulso de rayo del Laboratorio.....	420
Ilustración 53 Consola de mando de la maquinaria	421
Ilustración 54 Paredes de las instalaciones del laboratorio en estado deteriorado.....	421
Ilustración 55 Cortina de metal aún con orificios que fueron provocados en la Guerra civil de El Salvador.	422
Ilustración 56 Imagen desde el segundo nivel del Laboratorio de Potencia.....	422
Ilustración 57 Integrante del equipo observando las condiciones del laboratorio	423
Ilustración 58 Integrantes del equipo haciendo inspecciones a las condiciones estructurales del laboratorio.	423
Ilustración 59 Partes exteriores del laboratorio de EIE.	424
Ilustración 60 Transformador de prueba del Laboratorio de Potencia	424
Ilustración 61 Salón de clases en el segundo nivel del Laboratorio de Potencia.	425
Ilustración 62 Armarios donde resguardan el equipo del Laboratorio de Potencia.	425
Ilustración 63 Instalaciones de la cabina de mando de la máquina de impulso de rayo..	426
Ilustración 64 Instalaciones deterioradas del Laboratorio de Potencia.....	426
Ilustración 65 Vista desde el segundo nivel de las instalaciones del Laboratorio de Potencia.	427
Ilustración 66 Reunión del equipo con el maestro Chevez.	427
Ilustración 67 Entrada principal del Laboratorio de Potencia. Fotografía tomada en Agosto 2023.....	432
Ilustración 68 Ala izquierda del primer nivel del Laboratorio de Potencia equipado con lavadoras por los Juegos Centroamericanos y del Caribe 2023.....	432

Ilustración 69 Racks metálicos instalados en el primer nivel del Laboratorio de Potencia.	433
Ilustración 70 Cortina metálica del primer nivel del Laboratorio de Potencia en óptimas condiciones.	433
Ilustración 71 Almacén de insumos de lavandería en ala derecha del primer nivel del Laboratorio de Potencia. Fotografía tomada en agosto 2023	434
Ilustración 72 Gradas que llevan al segundo nivel del Laboratorio de Potencia.	434
Ilustración 73 Ventiladores y cielo falso restaurado del Laboratorio de Potencia	435
Ilustración 74 Puerta principal del Laboratorio de Potencia.	435
Ilustración 75 Ubicación de ASEIAS y ex Toldo Azul.	436
Ilustración 76 Imagen lateral de la ubicación del ex Toldo Azul.	436
Ilustración 77 Ubicación de la Asociación de Estudiantes de Ingeniería Industrial.	437

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1 Cálculo para la determinación de la valoración de cada distribuidor	124
Ecuación 2 Cálculo de la cantidad de grupos necesarios por asignatura	148
Ecuación 3 Cálculo de la cantidad de ensayos a realizar por número de grupos por cátedra	149
Ecuación 4 Cálculo del número de ensayos sugeridos a realizar	150
Ecuación 5 Cálculo de horas por materia requeridas por los ensayos	150
Ecuación 6 Ecuación mediante regresión lineal basados en datos históricos a partir de 2013 hasta el 2023	153
Ecuación 7 Cálculo de la demanda del Laboratorio de Potencia mediante servicios a externos	155
Ecuación 8 Cálculo del tiempo total	167
Ecuación 9 Cálculo del Tiempo Normal de Trabajo (T.N.O)	168
Ecuación 10 Cálculo del Tiempo Normal de Trabajo Ajustado (TNTA)	168
Ecuación 11 Cálculo del tiempo real de la operación.	169
Ecuación 12 Cálculo de la capacidad instalada	169

Índice de Anexos

Anexo A Primera reunión con la contraparte en el Salón el Espino. Facultad de ingeniería y Arquitectura en el año 2022.	419
Anexo B Instalaciones del Laboratorio de Potencia en el año 2022.	420
Anexo C Entrevista con el Maestro Chevez.	427
Anexo D Entrevista al Ingeniero Armando Martínez Calderón.	428
Anexo E Tabla de transformadores recibidos en 2022.	430
Anexo F Proyección de 5 años de los servicios ofrecidos por el Laboratorio de Potencia	430
Anexo G Tabla resumen de proyección de la demanda.	431
Anexo H Duración de los servicios en segundos, minutos y horas	431
Anexo I Instalaciones y alrededores del Edificio de Potencia en el año 2023.	431
Anexo J Exteriores de las áreas propuestas como ubicaciones posibles de un nuevo edificio de potencia	436
Anexo K Entrevista al Licenciado Jorge Osmin Hernández Vargas	437

Anexo L Entrevista al Ingeniero Francisco Alarcón	439
Anexo M Entrevista al Ingeniero Wener Meléndez	441
Anexo N Depreciación acumulada para la inversión en obra civil	443
Anexo O Balance General Proforma elaborado para 5 años:	444

INTRODUCCIÓN

Actualmente la Escuela de Ingeniería Eléctrica se encuentra en un proceso de cambio curricular, por lo cual se implementará un nuevo plan de estudios, el cual será actualizado y mejorado conforme a una serie de análisis que un grupo de profesionales expertos en la carrera han realizado. Uno de los proyectos que se apegan a esta transformación es la reactivación del Laboratorio de Potencia.

Este laboratorio, vital para la investigación y desarrollo en el sector eléctrico del país, ha sufrido un progresivo deterioro en sus instalaciones a lo largo de los años. Ante esta situación, se ha emprendido un estudio de factibilidad con el propósito de revitalizar este espacio, dotándolo de la infraestructura y recursos necesarios para ofrecer servicios de calidad tanto a instituciones y empresas del sector como a los estudiantes de ingeniería eléctrica.

La primera fase de este proyecto aborda el diagnóstico de la situación actual del Laboratorio, identificando sus principales problemas y limitaciones además se busca comprender las necesidades tanto del sector eléctrico como de los potenciales usuarios internos, así como definir las estrategias necesarias para competir en el mercado. A partir de este análisis, se plantearán diferentes alternativas de solución, seleccionando aquella que mejor se adapte a las exigencias del Laboratorio y culminando con la conceptualización del diseño de la solución.

En paralelo, se llevará a cabo el cálculo de la demanda de servicios, considerando tanto a las empresas distribuidoras de energía como a los estudiantes de ingeniería eléctrica. Este proceso se basará en proyecciones de ensayos futuros. Además, se determinará el tamaño del proyecto, evaluando factores como la demanda, la disponibilidad financiera y la tecnología requerida, para establecer la capacidad instalada óptima.

Una vez definidos estos aspectos, se abordarán las cuestiones relacionadas con la ingeniería del proyecto, analizando los aspectos técnicos, los recursos necesarios y la organización del laboratorio. Se establecerán también los elementos de apoyo indispensables para su operatividad, desde aspectos administrativos hasta la normativa interna y los procedimientos básicos para la prestación de servicios.

Finalmente, se llevará a cabo una evaluación integral del proyecto, abordando aspectos económicos, financieros, ambientales y sociales. Esto implicará analizar la rentabilidad y viabilidad financiera del proyecto, evaluar su estructura de financiamiento, identificar posibles riesgos ambientales y evaluar sus efectos en la comunidad local. Asimismo, se establecerán los mecanismos necesarios para la administración y ejecución del proyecto, para el cumplimiento de los objetivos establecidos en el cronograma de actividades.

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar la viabilidad técnica y económica para la reactivación del Laboratorio de Potencia de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador a través de un estudio de factibilidad para el desarrollo de competencias estudiantiles y empresariales en el campus universitario.

Objetivos Específicos

Diagnóstico

- Identificar a través del marco contextual, los contextos sociales, ambientales, tecnológicos y económicos que rodean al Laboratorio de Potencia con el fin de describir los problemas actuales.
- Definir un marco conceptual que permita establecer un consenso respecto al lenguaje técnico a utilizar durante el diagnóstico.
- Conocer el marco jurídico en El Salvador para el manejo y operación de laboratorios de alta tensión.
- Obtener información verídica desde el punto de vista del marketing con el fin de analizar los problemas comerciales del laboratorio y encontrar las mejores soluciones de acuerdo a los recursos con los que dispone la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.
- Establecer las características de los competidores directos e indirectos del Laboratorio de Potencia, así como oportunidades de mejora.
- Identificar los proveedores potenciales para el diseño del laboratorio que permita dar la mejor solución a la problemática identificada.
- Determinar los principales canales de distribución físicos y digitales, publicidad y promoción que permitan dar a conocer los servicios brindados por el laboratorio.
- Formular y analizar los problemas obtenidos a través de la recopilación de la información sobre la situación actual del Laboratorio para la búsqueda de alternativas de solución.
- Evaluar y seleccionar las alternativas de solución propuestas con el fin de establecer estrategias preliminares que brinden soluciones a los problemas identificados.

Diseño

- Determinar la capacidad instalada del Laboratorio a través de la demanda, la mano de obra y la capacidad instalada de los equipos para conocer la cantidad de ensayos que el Laboratorio podría brindar.
- Describir los procesos, la tecnología necesaria y los equipos relacionados con la puesta en marcha de los servicios del Laboratorio.
- Identificar las habilidades y competencias requeridas del personal técnico necesario para el reclutamiento, capacitación y desarrollo de las actividades que los colaboradores realizarán.
- Definir las especificaciones técnicas detalladas de la maquinaria, equipo e insumos del Laboratorio de Potencia.
- Diseñar el flujo de trabajo y los pasos necesarios para la prestación de servicios del Laboratorio de Potencia.

- Determinar la localización del proyecto a través del proceso de micro y macro localización en la Universidad de El Salvador para establecer el sitio donde se realizará la prestación de los servicios.
- Definir claramente la misión y visión del Laboratorio, así como los objetivos estratégicos de forma que sean realistas y acordes con los recursos disponibles de la EIE asegurando que estén alineados con el plan estratégico de la FIA.
- Diseñar un organigrama que refleje la estructura organizativa del Laboratorio que incluya las funciones clave garantizando que sea factible en términos de recurso humano disponible y alineado con el plan estratégico del Laboratorio.
- Elaborar un conjunto de manuales para las áreas operativas y de recursos humanos asegurándose que sean adecuados para las necesidades de la empresa y dentro de los recursos disponibles del Laboratorio coherentes con las funciones de la organización.
- Identificar todos los requisitos legales y normativos aplicables al Laboratorio que deberán aplicarse para las funciones de todas las áreas identificadas y procesos clave y de apoyo.

Evaluaciones

- Determinar el monto de inversión para la reactivación del laboratorio de potencia de la Escuela de Ingeniería.
- Evaluar económica y financieramente el proyecto con determinar la rentabilidad del servicio y su puesta en marcha en base a las necesidades detectadas.
- Realizar las evaluaciones ambientales al proyecto con el fin de mitigar posibles daños a las estructuras cercanas al Laboratorio de Potencia.
- Realizar una evaluación social del proyecto para determinar los beneficios que traería el proyecto a la comunidad universitaria.
- Elaborar el cronograma de actividades del proyecto para poder tener un control y seguimiento de todas las actividades involucradas para la ejecución del proyecto, así como los recursos y responsables.

ALCANCES Y LIMITACIONES

Alcances

El estudio del mercado competidor considera empresas, instituciones educativas y/o laboratorios de potencia de México hasta Panamá debido a las pocas empresas consideradas como competencias ubicadas en El Salvador.

Para el mercado consumidor se han considerado únicamente las empresas distribuidoras de energía del grupo AES (CAESS, DEUSEM, CLESSA Y EEO) y a la empresa Distribuidora de Electricidad Delsur S.A de C.V.

Se considera el diseño de los servicios seleccionados a ofrecer por el Laboratorio de Potencia con sus análisis de balance de materiales y el diseño del proceso.

Para la demanda de los consumidores se han considerado únicamente las empresas distribuidoras de energía del grupo AES (CAESS, DEUSEM, CLESSA Y EEO) ya que poseen la mayor participación del mercado.

La presente etapa considera el diseño del modelo de costos fijos y variables a implementar en el Laboratorio de Potencia, así como la definición de estados financieros proforma que servirán de herramienta para la construcción de indicadores económicos y financieros utilizados para la toma de decisiones.

La etapa de administración del proyecto incluye la identificación de actividades, tiempos y la relación entre ellas para la creación de una ruta crítica que marque el camino a seguir a través de un cronograma de actividades para la reactivación del Laboratorio de Potencia. La administración del proyecto define las actividades necesarias para la reactivación del Laboratorio de Potencia mas no incluye su implementación.

El análisis financiero y el tiempo de las evaluaciones se ha realizado para 5 años tal como la proyección de la demanda proporcionada por la Distribuidora de Energía Eléctrica AES de El Salvador.

Limitaciones

El acceso a la información sobre los servicios y precios que ofrecen diversas instituciones educativas o empresas, ha dificultado la elaboración de un pronóstico del costo de los servicios.

La cantidad de empresas que se han considerado en el mercado abastecedor en su mayoría son empresas ubicadas fuera de El Salvador debido a una escasez de fabricantes de los equipos necesarios y que a su vez cumplan con las necesidades del Laboratorio de Potencia.

La falta de estudios relacionados a fallas en equipos sometidos a alta tensión en El Salvador, no han permitido conocer la frecuencia en que los equipos son reparados, desechados o adquiridos.

La falta de estudios relacionados a la frecuencia de ensayos en equipos sometidos a alta tensión en El Salvador ha limita al uso único de información primaria para el cálculo de la demanda proyectada de los servicios ofrecidos por el Laboratorio de Potencia.

La proyección de la demanda se ha realizado a 5 años con la información proporcionada por la distribuidora de energía eléctrica AES de El Salvador en el año 2021.

El difícil acceso a la información a nivel nacional y centroamericano de otros laboratorios similares ha causado que:

- En la comparativa de precios entre el precio estimado de venta y el precio de la competencia se haya utilizado información de empresas/laboratorios de México y Colombia.
- En el cálculo del costo de los servicios se utilizará un prorrateo basado principalmente en la demanda proyectada de cada ensayo.

JUSTIFICACIÓN

La economía salvadoreña creció 2.6% en 2022, logrando por segundo año consecutivo un crecimiento superior al promedio histórico. Este crecimiento se reflejó a través de un aumento en el empleo y los ingresos, en las exportaciones de bienes y servicios, aumento de la inversión y el mantenimiento del consumo por parte de los hogares.

En 17 de las 19 actividades económicas que conforman el PIB se registró crecimiento durante 2022, destacando por sus mayores tasas: **Electricidad (14.4%)**, **Servicios profesionales y técnicos (9.4%)**, Construcción (8.3%), Servicios administrativos y de apoyo (7.8%), Actividades de esparcimiento (6.1%), Transporte (5.4%) y Servicios del Gobierno (5.0%), según el Banco Central de Reserva de El Salvador en un artículo publicado el 8 de marzo de 2023 en su sitio web oficial.

Por esa razón y debido al interés particular de empresas distribuidoras y transmisoras de energía en El Salvador en realizar el financiamiento de la adecuación y equipamiento de del Laboratorio de Potencia de la Facultad de Ingeniería Eléctrica. El decano de la facultad de ingeniería y arquitectura, así como el encargado del laboratorio de potencia de la escuela de ingeniería eléctrica muestran interés en la máquina de prueba de impulsos de tipo rayo, ya que actualmente dicha maquina posee una capacidad de 400kv y una mejora de dicha maquina a 800kv permitiría realizar servicios de pruebas de resistencias, pruebas a aisladores de debajo de 115kv, entre otros servicios.

El Laboratorio de Potencia se uniría a la Red de Laboratorios impulsadas por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, dicha iniciativa surge por el deseo de la facultad de brindar y aprovechar oportunidades de mercados, como parte de una red integral y auto sostenible en el futuro.

Actualmente el Laboratorio de Potencia no presenta condiciones físicas adecuadas para poder brindar servicios a empresas privadas y, además, no brinda ningún servicio, sino que por la iniciativa de docentes académicos de la Escuela de Ingeniería Eléctrica se mantiene en funcionamiento de forma didáctica. De momento el laboratorio cuenta con una máquina de pruebas de impulso en funcionamiento, que, a causa de su antigüedad y la aparición de constantes fallas, hace que la maquina no cumpla con la totalidad de sus funciones.

Adicionalmente, se desea como parte de la adecuación de espacios de investigación de la facultad, una posible actualización de dicha maquinaria y la inclusión de nuevos equipos para brindar un servicio óptimo y requerido dentro del rubro eléctrico.

CONTRAPARTE

Ilustración 1 Edificio de Administración Académica de la FIA



Nota: Retomada de Google imágenes.

Nombre de la contraparte: Facultad de Ingeniería y Arquitectura (FIA)

Ubicación: Final, 25 Avenida Nte., Universidad de El Salvador, San Salvador.

Cantidad de Estudiantes: 6,231 estudiantes (última fecha de registro: 26/03/2022)

Decano: PhD. Edgar Armando Peña Figueroa

Servicios al público: Centro de Investigaciones y Aplicaciones Nucleares (CIAN), Empaque y Embalaje en Centroamérica y Panamá (CDIECAP), Laboratorio de Suelos y Materiales, Posgrados.

Escuelas/Unidades:

- Escuela de Posgrados
- Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos
- Ingeniería Civil
- Ingeniería Industrial
- Ingeniería Eléctrica
- Ingeniería de Sistemas Informáticos
- Ingeniería Mecánica
- Arquitectura
- Biblioteca
- Unidad de Acceso a la Información Pública

MISIÓN

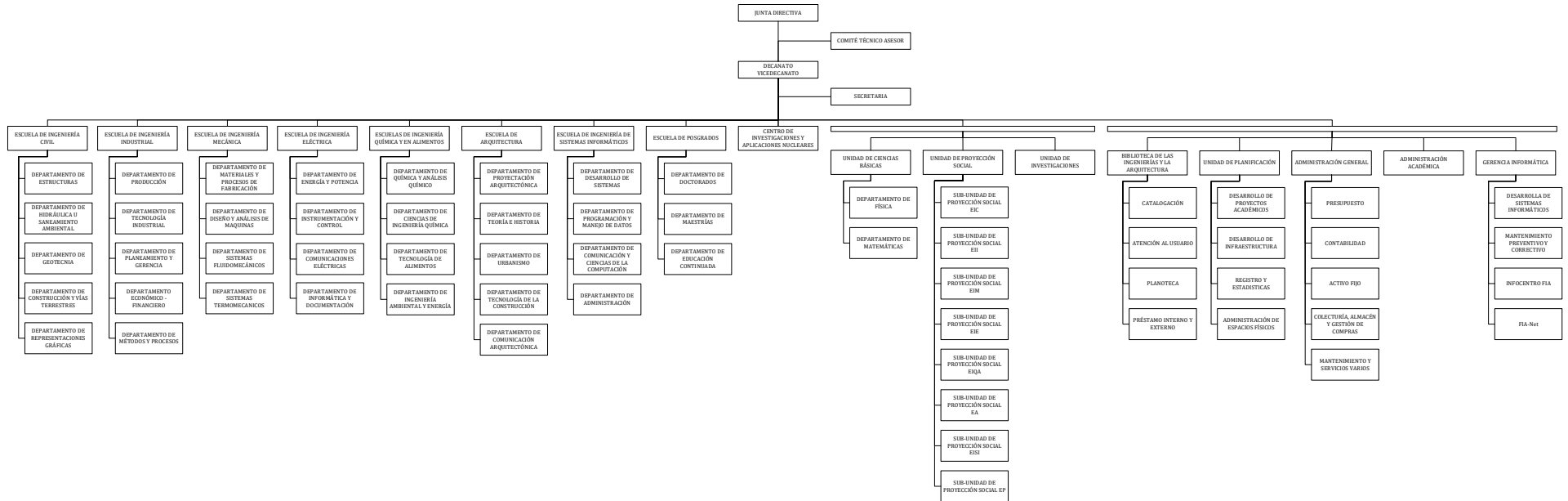
La Facultad de Ingeniería y Arquitectura, como parte integral de la Universidad de El Salvador es una institución formadora de profesionales competentes, responsables y éticos, en las áreas de la Ingeniería y la Arquitectura, generadora de alternativas de solución a los problemas ingentes nacionales en sus áreas de competencia, promoviendo el desarrollo tecnológico, científico, social, cultural y económico; además promotora de la vinculación con los sectores productivos y sociales, tanto públicos como privado, así como nacionales e internacionales

VISIÓN

La Facultad de Ingeniería y arquitectura deberá ser una institución que sirva de referente en las áreas de su especificidad a nivel nacional y regional, generadora de innovación tecnológica y de investigación aplicada.

Estructura organizativa

Diagrama 1 Estructura organizativa (organigrama) de la FIA



Nota: Retomado y adaptado del plan anual operativo 2021, elaboración propia.

ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

La Escuela de Ingeniería Eléctrica es la unidad organizativa dentro de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura en la Universidad de El Salvador, encargada de la formación de profesionales en el área de Ingeniería Eléctrica.

MISIÓN

La Escuela de Ingeniería Eléctrica tiene como misión preparar ingenieros electricistas con calidad científica-técnica, con una sólida formación humana y con pensamiento creativo, crítico y solidario con el objeto de mejorar las condiciones sociales a través de la aplicación de la ciencia y tecnología del área.

DESCRIPCIÓN DE LA CARRERA

La Ingeniería Eléctrica se define como la rama de la ingeniería que permite formar profesionales capaces de diseñar, instalar, operar y mantener en condiciones óptimas de operación y eficiencia los sistemas eléctricos y de telecomunicaciones que intervienen en la preparación, transmisión y distribución de energía eléctrica, así como también sistemas electrónicos y aquellos que reciben y transmiten señales de información de telecomunicaciones.

OBJETIVOS

Generales

- a) Formar ingenieros académicamente eficientes, capaces de diseñar económicamente dispositivos y sistemas eléctricos y electrónicos útiles a la sociedad.
- b) Obtener ingenieros electricistas capaces de investigar y contribuir a la solución de problemas nacionales.
- c) Proveer a la sociedad profesionales con alta formación humanística, moral y ética.

Específicos

- a) Formar ingenieros con capacidad orientada al diseño y a la construcción en las áreas de Sistemas de Potencias, Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones.
- b) Proveer profesionales en Ingeniería Eléctrica con capacidad de adaptación, mantenimiento y uso de tecnología.

DESCRIPCIÓN DE ÁREAS CURRICULARES DE FORMACIÓN

Básico:

En este nivel el estudiante se tendría que desempeñar por un período de dos años en un plan de asignaturas comunes con las otras ingenierías de la Facultad. En esta etapa de la carrera se aprenden los conceptos básicos de matemáticas, física y otros necesarios para la formación de un ingeniero.

Intermedio

En este nivel todavía existen interrelaciones con otras ingenierías de la facultad, la formación va orientada a términos más específicos para la carrera. Las experiencias de

aprendizaje en este nivel están enmarcadas en conceptos científicos complementarios a los cubiertos en el área básica y que todavía constituyen un fundamento general para la formación del futuro ingeniero.

Diferenciado Básico:

A este nivel el estudiante se somete a materias específicas de la carrera de ingeniería Eléctrica. Las experiencias adquiridas están orientadas a la formación básica inicial y general que debe tener el Ingeniero Electricista dentro de las áreas que cubre la carrera.

Diferenciado:

En este último nivel de formación del Ingeniero Electricista, en el cual se cubren tópicos de la carrera que vienen a complementar su formación integral en una o más de las áreas de trabajo que caracterizan a la Ingeniería Eléctrica.

Como culminación del proceso de aprendizaje y formación del estudiante como Ingeniero Electricista, este realizará un proyecto de Ingeniería Eléctrica y un trabajo de graduación en el área seleccionada.

El proyecto de ingeniería es una asignatura más de la carrera que se desarrolla en un ciclo académico, en el cual se resuelven problemas de la Ingeniería Eléctrica con alcances limitados y que sirva de experiencia para la ejecución de tesis o trabajos de graduación.

DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS CURRICULARES

La carrera de Ingeniería Eléctrica actualmente está integrada por cinco áreas académicas profesionales en las que se provee formación básica general durante el tiempo de duración de la carrera. Además, se provee formación humanístico-social, formación diferenciada y de aplicación orientada. Específicamente a las áreas de conocimiento son las siguientes:

Sistemas de potencia:

En esta área se estudian los principios, los fenómenos y las aplicaciones que rigen los sistemas eléctricos de alta, mediana y baja tensión; orientados al uso eficiente de los recursos energéticos del país.

Ingeniería Electrónica:

En esta área se estudian los conceptos fundamentales que rigen la operación y aplicación de los sistemas electrónicos, dispositivos y sistemas de control automático; orientados a la capacidad de diseño de sistemas electrónicos y de control, así como el mantenimiento electrónico de los mismos.

Telecomunicaciones:

En esta área se trata el problema de las telecomunicaciones a nivel básico avanzado, orientado el estudio a la generación y aplicación de la tecnología en el área. La opción telecomunicaciones se ofrece permitiendo al estudiante administrar su programa orientando las asignaturas electivas técnicas en esta área.

CAPITULO I: GENERALIDADES DEL ESTUDIO

1. MARCO TEÓRICO

Estudio de factibilidad

Es la evaluación de un proyecto que busca realizar un análisis profundo de los beneficios y costos que involucran su realización. Determina el rumbo del éxito o fracaso de una idea de negocio convirtiéndose en una herramienta para la toma de decisiones.

Estudio de mercado

El estudio de mercado es uno de los aspectos más importantes y necesarios a la hora de realizar un proyecto, establece el medio por el cual se llevará a cabo, en esta etapa es cuando se realiza un análisis del mercado, la oferta y la demanda. Para realizar este análisis se requiere una investigación de fuentes primarias y secundarias que proporcionen información directa, actualizada y confiable.

Estudio técnico

El estudio técnico es el que se relaciona con la labor del proyecto, con el cual se identifica científicos como profesionales para poder ofrecer un determinado producto o la elaboración de un producto.

Estudio económico financiero

Este estudio tiene como objetivo ordenar y sistematizar la información de carácter monetario para así poder elaborar los cuadros analíticos que permiten y sirven de base para la evolución económica.

El sector eléctrico en El Salvador

El sector eléctrico del país está compuesto por distintos agentes los cuales conjuntamente integran tanto los Mercados Mayoristas y Minoristas de Energía. Estos agentes pueden ser de características públicas o privadas y que tienen funciones específicas en un mercado con reglas bien definidas.

Entre los agentes antes mencionados podemos resaltar:

Empresas generadoras: las cuales poseen las centrales de producción de energía eléctrica y la comercializan en forma total o parcial.

Entre las generadoras según el consejo nacional de energía podemos destacar en el mercado mayorista las siguientes participantes.

- Hidráulica: Guajoyo, cerrón grande, 5 de noviembre, 15 de septiembre
- Térmica: Nejapa Power, CESSA, INE, TEXTUFIL, GECSA, HILCASA.
- Biomasa: CASSA, EL ANGEL, LA CABANA.
- Geotérmica: AHUCHAPAN, BERLIN.

Agente transmisor: Es la entidad poseedora de instalaciones destinadas al transporte de energía eléctrica en redes de alto voltaje. Esta es una sola empresa de figura pública-privada, ya que a este nivel de mercado la competencia no es factible.

El propietario y responsable del mantenimiento y expansión del sistema de transmisión es la Empresa Transmisora de El Salvador (ETESAL). Toda la red de transmisión salvadoreña, incluyendo las interconexiones con Guatemala y Honduras, son propiedad de ETESAL.

El Sistema de Transmisión cuenta 41 líneas de transmisión a 115 kV, con una longitud total de 1,073.82 kms, y cuatro líneas a 230 kV dos de ellas para interconectarse con Guatemala y Honduras, y dos líneas de refuerzos internos, con una longitud total de 284 km, y 4 tramos de la línea SIEPAC.

En el año 2015 se inauguró la subestación San Matías, la cual su área de 115 kV es una configuración de interruptor y medio, con dos barras colectoras y dos bahías para la conexión de las dos líneas de transmisión que convergen en dicha subestación. Cuenta con un transformador de potencia de 100 MVA, configuración delta en el primario y estrella en el secundario, y con cambiador de derivaciones bajo carga, y el área de 46 kV es una configuración barra principal con transferencia, con capacidad para 7 bahías para distribución.

Empresas distribuidoras: Son las poseedoras y operadoras de las instalaciones de distribución. Su finalidad es transformar la energía de un nivel de voltaje mayor a uno adecuado para los usuarios finales en sus redes de suministro.

Comercializador de energía eléctrica: Estos agentes hacen transacciones de compraventa de energía a nivel regional para satisfacer demandas de algunos otros agentes, como los usuarios finales. Los comercializadores también están sujetos al Reglamento del Mercado Regional de Electricidad entre los países centroamericanos, así como a la normativa nacional.

Finalmente, para que exista una coordinación entre los agentes se requiere la participación de un operador del mercado, que ejecuta las acciones necesarias y realiza las conciliaciones económicas que resultan de las transacciones entre agentes.

De la misma manera el ente regulador tiene las funciones de aplicar normas y reglamentos que establezcan reglas claras para el buen funcionamiento del mercado.

Las principales empresas distribuidoras en el país tenemos:

- AES
- DEL SUR
- EDESAL.

Entes reguladores del mercado eléctrico en el país:

CNE: Consejo nacional de energía es la autoridad superior, rectora y normativa en materia de política energética. Tiene por finalidad el establecimiento de la política y estrategia que promueva el desarrollo eficiente del sector energético.

SIGET: Superintendencia general de electricidad y telecomunicaciones, es una institución autónoma de servicio público, con competencias para la aplicación de leyes y reglamentos

que rigen el sector eléctrico, y atribuciones para aplicar las normas contenidas en tratados internacionales sobre electricidad y telecomunicaciones.

La UT: Unidad de transacciones es una sociedad anónima creada en la Ley General de Electricidad (LGE) que tiene por objeto la operación del sistema de transmisión y la operación del mercado mayorista de energía eléctrica.

Matriz Energética de El Salvador

La matriz energética es la estructura de los flujos de energía en toda la cadena de procesos desde la producción primaria hasta el consumo final de energía.

La información obtenida y organizada en forma de matriz ordenada es un instrumento para la toma de decisiones de política energética, el análisis de toda esa información permite evaluar las distintas opciones de desarrollo energético y adoptar políticas y estrategias óptimas para el país.

El análisis de la matriz permite dar un marco de referencia comprensible a programas y proyectos de desarrollo energético en el marco de una visión energética integral, a efectos de considerar la disponibilidad de recursos naturales y las secuencias dentro de cada cadena energética y las interacciones entre ellas.

El sector servicio

En este sector se encierran todas las actividades relacionadas con los servicios no productores o transformadores de bienes materiales, generan servicios que se ofrecen para satisfacer las necesidades del mercado.

El sector servicios se encuentra dividido en

- Comercio
- Comunicaciones
- Finanzas
- Turismo
- Servicios públicos

Este sector es la parte de la economía que más aporta al PIB.

El proceso de operación

Este proceso se refiere a la actividad por la cual se generan bienes o servicios a partir del consumo de recursos, es decir, a partir del consumo de otros bienes y/o servicios.

El proceso de operación se diferencian dos etapas: la del reconocimiento del servicio obtenido y la consideración de los recursos utilizados.

La tensión eléctrica: también conocida como diferencia de potencial es una magnitud física que cuantifica la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos. Dicho de otra forma, es el voltaje con que la electricidad pasa de un cuerpo a otro, por eso le solemos llamar voltaje y su unidad de medida es el voltio.

Si dos puntos (A y B) que tienen diferencia de potencial se unen a través de un conductor, se produce un flujo de electrones. El punto de mayor potencial (A) cede parte de su carga

al punto de menor potencial (B) mediante conductor hasta que ambos igualen su potencial eléctrico. Este traslado de cargas es lo que se conoce como corriente eléctrica.

Alta tensión: Se define como alta tensión a las tensiones superiores a 36 kV (kilovoltios o, lo que es lo mismo, 36.000 voltios). Este nivel de tensión se emplea para transportar electricidad desde las centrales de generación hasta los centros de consumo.

La media tensión se usa para transportar la energía desde las subestaciones hasta bancos de transformadores. Es desde ahí de donde se suministra a las ciudades de luz. En este caso los cables pueden ser soportados también en torres metálicas, pero existe la opción de hacerlo de postes de madera y cemento. Incluso pueden enterrarse como en cualquier gran ciudad, Estas tensiones son mayores a 1kV, pero menores a 25 kV.

La baja tensión es la empleada en el alumbrado público, el hogar y las industrias. En estas últimas se usan tensiones de 220 y 440 volts de corriente alterna y en las casas van entre 110 y 220 volts.

Ensayos de alta tensión

Los ensayos de alta tensión básicamente se pueden clasificar en:

- Ensayos de rutina: son tipos de ensayo realizados en todas las muestras que representan los equipamientos comprados, o en una determinada cantidad de la partida total, con el fin de verificar la calidad y la uniformidad de fabricación y de los materiales utilizados en la fabricación de los equipamientos eléctricos.
- Ensayos de tipo: son los ensayos realizados en algunos equipos idénticos o de tipo semejante, con el fin de verificar una determinada característica. Por lo general son ensayos costosos o de difícil interpretación.
- Ensayos especiales: son los ensayos que la norma pertinente no considera ni de tipo de rutina, requiriendo para ser realizados un acuerdo previo entre el fabricante y el comprador.
- Ensayos de mantenimiento: son los ensayos realizados con equipamiento que ya están en servicio, a fin de verificar su estado de conservación después de un cierto periodo de operación, o a la primera puesta en servicio los eventuales posibles daños resultantes del transporte y la instalación.
- Ensayos de campo: estos ensayos son realizados para evaluar el desempeño global de un sistema eléctrico, incluyendo la operación y ajuste de los sistemas de protección y control.

Prueba de impulso de rayo

La prueba de impulso o choque, en transformadores tiene como objeto caracterizar el aislamiento del mismo ante sobretensiones tipo impulso, consiste en aplicar impulsos de tensión en forma normalizada, a los arrollamientos del transformador en estudio.

Es una prueba de diseño para transformadores y se puede utilizar, como un procedimiento de control de calidad para transformadores de distribución. La forma como se administra depende del caso para el cual se aplica.

El ensayo consiste en aplicar una onda de impulso completa a tensión reducida de dos ondas de impulso cortadas y una onda de impulso completa a tensión plena.

Transformador de corriente

Un transformador de corriente es un dispositivo electromecánico, que permite disminuir y aumentar la tensión de un circuito eléctrico, o pasar de corriente alterna a corriente continua.

Los transformadores son dispositivos que se basan en el fenómeno de inducción electromecánica y están constituidos por diferentes elementos entre los que destacan como principales el núcleo y los devanadores.

Aislador eléctrico

Los aisladores eléctricos son elementos cuyo fin consiste en separar el conductor de la línea de apoyo que lo soporta, su función principal es evitar el paso de la corriente del conductor eléctrico hacia la tierra.

Jaula de Faraday

Es una caja metálica cuya finalidad es el de proteger los campos eléctricos estáticos, ya que en su interior el campo es nulo y se utiliza para proteger de descargas eléctricas. Su funcionamiento se basa en las propiedades de un conductor en equilibrio electrostático.

Cable de alta tensión

Los cables de alta tensión son la forma segura de usar y transferir grandes cantidades de electricidad al mismo tiempo. Existen diferentes tipos de cable, cada tipo está diseñado para su uso con determinados tipos de máquinas y voltaje. Los cables se dividen en tres tipos básicos: baja, media y alta tensión. Los cables de alta tensión se usan con voltajes eléctricos que están por encima de 1000 y por lo general están muy aislados.

Técnica

Conjunto de reglas y procedimientos que permiten al investigador establecer la relación con el objeto o sujeto de la investigación.

Herramienta

Mecanismo que usa el investigador para recolectar y registrar la información: formularios, pruebas, test, escalas de opinión y listas de chequeo.

Costo de operación

Son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento. En una organización estándar, la diferencia entre el ingreso (por ventas y otras entradas) y el costo de producción indica el beneficio bruto.

Capacidad instalada

Es el potencial de producción o volumen máximo de producción que una empresa, departamento o sección, puede lograr durante un periodo de tiempo determinado, teniendo en cuenta todos los recursos que tienen disponibles, entre ellos los equipos, instalaciones, recursos humanos, tecnología, experiencia y conocimientos.

Laboratorio

Es un lugar que cuenta con el equipamiento y los medios necesarios para poder llevar a cabo, experimentos, investigaciones, o trabajos de carácter científico o técnico.

Laboratorio de potencia

Los laboratorios de potencia o alta tensión son recintos donde se desarrollan actividades relacionadas a la prestación de servicios especializados en las áreas de: transferencia tecnológica a la industria eléctrica, electromecánica, empresas de generación y distribución de energía eléctrica, la investigación, docencia de grado y postgrado, así como el control de la calidad de los objetos de estudio.

Modelo

Un modelo es un bosquejo que representa un conjunto real con cierto grado de precisión y en la forma más completa posible, pero sin pretender aportar una réplica de lo que existe en la realidad. Los modelos son muy útiles para describir, explicar o comprender mejor la realidad, cuando es imposible trabajar directamente en la realidad en sí.

FODA

Son un acrónimo de las palabras **fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas**, e identifican una matriz de análisis que permite diagnosticar la situación estratégica en que se encuentra una empresa, organización, institución o persona, a fin de desarrollar con éxito un determinado proyecto.

PESTEL

El análisis PESTEL se basa en la descripción del entorno de la empresa mediante la consideración de los elementos: políticos, económicos, socio-cultural, tecnológicos, ambientales y legales.

Cuestionario

Es un instrumento de investigación que consiste en un conjunto de preguntas u otros tipos de indicaciones con el objetivo de recopilar información de un encuestado. Éstas son típicamente una mezcla de preguntas cerradas y abiertas. Esta herramienta se utiliza con fines de investigación que pueden ser tanto cualitativas como cuantitativas.

Plan de muestreo

El muestreo es una herramienta de la investigación científica. Su función básica es determinar que parte de una realidad en estudio universo o población que debe examinarse con la finalidad de hacer inferencias sobre dicha población.

PIB

Es un indicador económico que refleja el valor monetario de todos los bienes y servicios finales producidos por un territorio en un determinado periodo. Se utiliza para medir la riqueza que genera en un país y es conocido como el producto interno bruto.

CIIU

Es la clasificación estándar de las actividades económicas dispuesta de manera que las entidades puedan clasificarse según la actividad que realizan.

2 MARCO CONTEXTUAL

2.1 Contexto social

El contexto de la problemática socio-cultural es el producto de la observación directa de la problemática, realizando un breve diagnóstico, descripción, análisis y argumentación del problema desde el punto de vista en el contexto social y cultural de las personas inmersas y el lugar dentro del objeto de estudio, en este caso en la factibilidad para el diseño e implementación de un laboratorio de potencia dentro de la escuela de Ingeniería Eléctrica en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, en la Universidad de El Salvador.

La facultad de Ingeniería y Arquitectura por medio de su escuela de Ingeniería Eléctrica cuenta actualmente con herramientas y maquinarias lo suficiente para realizar prácticas y pruebas de potencia, no obstante, dicho proyecto no se ha realizado ya que dichas maquinarias están descuidadas y no cuenta con el suficiente financiamiento para montar un laboratorio con la capacidad para estar acreditados y realizar dichas pruebas a mayor escala.

El diseño e implementación del laboratorio se origina por la necesidad de la facultad para la implementación de una red de laboratorio que preste un servicio tanto para los estudiantes de la universidad y para la población del departamento de San Salvador y alrededores.

2.1.1 Población estudiantil de la carrera de Ingeniería Eléctrica.

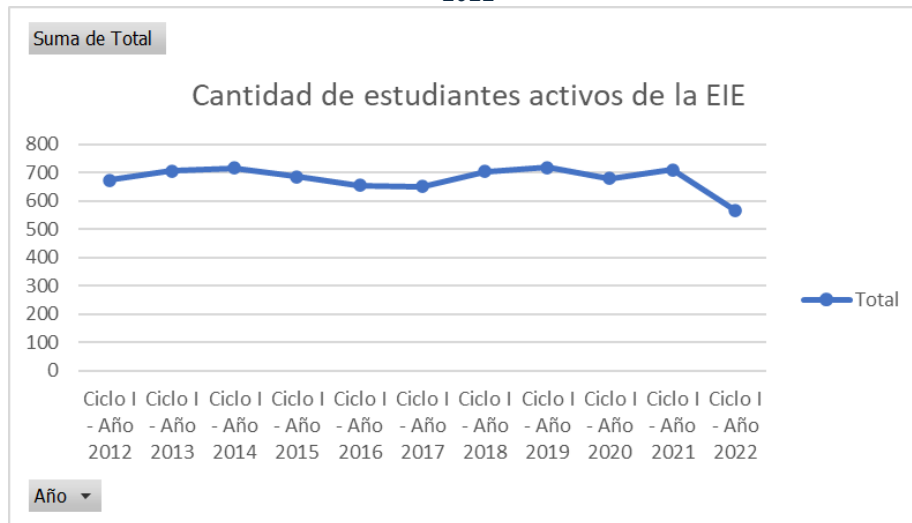
Para el año 2022, la universidad de El Salvador cuenta con un total de 62,232 estudiantes activos, de los cuales, 6,254 pertenecen a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y de los cuales solo 567 pertenecen a la carrera de Ingeniería Eléctrica (tan solo el 9% de los estudiantes aproximadamente).

Tabla 1 Población estudiantil activa en la FIA a partir del año 2012 hasta el año 2022

Año	Masculino	Femenino	Total	Total FIA	% Población FIA
Ciclo I - Año 2012	634	40	674	5649	11.9%
Ciclo I - Año 2013	674	31	705	5900	11.9%
Ciclo I - Año 2014	672	44	716	5829	12.3%
Ciclo I - Año 2015	640	45	685	5592	12.2%
Ciclo I - Año 2016	610	44	654	5497	11.9%
Ciclo I - Año 2017	610	41	651	5945	11.0%
Ciclo I - Año 2018	646	57	703	6439	10.9%
Ciclo I - Año 2019	660	58	718	6469	11.1%
Ciclo I - Año 2020	612	67	679	6216	10.9%
Ciclo I - Año 2021	641	68	709	6997	10.1%
Ciclo I - Año 2022	519	48	567	6254	9.1%

Fuente: Retomado del sitio web, de la Universidad de El Salvador, Secretaría de Asuntos Académicos, elaboración propia

Gráfico 1 Cantidad de estudiantes activos de la EIE (Escuela de Ingeniería Eléctrica) en el periodo de 2012 a 2022



Fuente: Retomado del sitio web, de la Universidad de El Salvador, Secretaría de Asuntos Académicos, elaboración propia.

A pesar que la cantidad de estudiantes se ha mantenido durante los últimos 10 años en el rango de los 700 – 500 estudiantes aproximadamente, es importante resaltar que el porcentaje de la población ha disminuido con respecto a la cantidad de estudiantes activos de toda la facultad cayendo 2.8% durante la década; otro aspecto importante a resaltar es la disminución de estudiantes femeninas interesadas en la carrera el cual no logra superar el 10% de estudiantes activos del género femenino en la carrera tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Gráfico 2 Población estudiantil femenina activa en la FIA a partir del año 2012 hasta el año 2022

Año	Femenino	Total	%fem
Ciclo I - Año 2012	40	674	5.9%
Ciclo I - Año 2013	31	705	4.4%
Ciclo I - Año 2014	44	716	6.1%
Ciclo I - Año 2015	45	685	6.6%
Ciclo I - Año 2016	44	654	6.7%
Ciclo I - Año 2017	41	651	6.3%
Ciclo I - Año 2018	57	703	8.1%
Ciclo I - Año 2019	58	718	8.1%
Ciclo I - Año 2020	67	679	9.9%
Ciclo I - Año 2021	68	709	9.6%
Ciclo I - Año 2022	48	567	8.5%

Fuente: Retomado del sitio web, de la Universidad de El Salvador, Secretaría de Asuntos Académicos, elaboración propia.

2.1.2 Como los laboratorios de potencia puede fomentar el desarrollo profesional de los estudiantes

Los laboratorios en general, son de vital importancia para los centros de estudios de educación superior ya que incrementan la calidad del desarrollo de las actividades

académicas, estos espacios sirven para que mediante experimentos los estudiantes puedan aplicar y/u observar los conocimientos teóricos y desarrollen las habilidades necesarias para sus estudios.

Meléndez. M y Almirall. J (2013) clasifican a los laboratorios de Alta Tensión dependiendo del propósito de su construcción, equipamiento o recursos disponibles por lo que se pueden clasificar en cuatro tipologías siguiendo el planteamiento por M. S Naidu y V. Kamaraju:

Pequeños: Laboratorios contruidos generalmente para instituciones educativas dirigidas al aprendizaje de la ingeniería eléctrica en universidades y/o institutos tecnológicos que deciden tener su espacio de pruebas o investigación en alta tensión, pero con pequeños recursos.

Mediano Tamaño (Industriales): Son laboratorios donde la principal función es realizar pruebas de rutina ajustadas a las necesidades a futuro de nuevos productos y a la magnitud de las metas de producción, generalmente no se da mucho énfasis al trabajo de investigación, y se tiene poca flexibilidad de adquisición de nuevos equipos.

Laboratorios grandes de propósito general: Están diseñados para llevar trabajo de investigación, contienen casi todos los niveles de alto voltaje, así como áreas y equipos de prueba para alta corriente.

Laboratorios de UHV (ultra alta tensión): Son laboratorios que se emplean para la investigación, pruebas y entrenamiento en lo que respecta a niveles de ultra alta tensión. Contienen equipos muy sofisticados y de mayor precisión respecto a los otros laboratorios.

Los laboratorios de Alta Tensión son de mayor utilidad para observar mediante la aplicación de una tensión deliberada a un equipo o elemento de un sistema una tensión superior a su tensión nominal por un periodo específico de tiempo para determinar si el aislamiento del mismo es capaz de soportar o no dicha tensión.

Así, los estudiantes pueden observar la generación de estas tensiones en tres grupos diferentes:

- a. Equipos de prueba de corriente alterna
- b. Equipos de prueba de corriente continua
- c. Generadores de impulso

De esta manera, se pueden poner a disposición, tensiones perfectamente controladas de manera que sean capaces de simular las condiciones de trabajo normales como las anormales.

Otros beneficios, son los vínculos entre los grupos académicos y empresas a través de proyectos conjuntos, mediante trabajos que se puedan efectuar en el laboratorio como pruebas normalizadas y no normalizadas a equipos, componentes y medios de seguridad comúnmente empleados por los sistemas de distribución.

2.2 Contexto ambiental

2.2.1 Panorama actual de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

La Facultad de Ingeniería y Arquitectura cuenta con un área de $48,786.3 \text{ m}^2$, de un total de $383,814 \text{ m}^2$ que cuenta la Universidad de El Salvador, pertenece la mayor parte al municipio

de San Salvador y una pequeña al municipio de Mejicanos, del departamento de San Salvador.

La facultad cuenta con 8 edificios, un área de vegetación a lo largo de toda el área, así como fauna que habita en la zona de vegetación.

Ilustración 2 Área geográfica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura



Nota: Fotografía Retomada de Google Imágenes.

El campus de la Universidad de El Salvador está catalogado de acuerdo con la clasificación de usos del suelo en un 100% como Tejido Urbano Continuo. El tejido urbano continuo se define como todos aquellos espacios conformados por edificaciones, así como los espacios anexos a la infraestructura edificada. Las edificaciones, vías y superficies cubiertas por el avance humano representan un 80% de la superficie del terreno. La vegetación y suelo libre representan el 20% restante.

El mayor porcentaje de fauna presente corresponde a las aves, ya que se tienen identificadas 99 especies de aves en total, sumando entre todas las especies 794 individuos conviviendo con el día a día del territorio en estudio. Entre los mamíferos presentes sobresalen 3 especies que representan 56 individuos, siendo la mayoría ardillas debido a la alta presencia de árboles en la zona.

2.3 Contexto tecnológico

2.3.1 Transición energética

La transición energética es un concepto que se ha extendido en su uso y que consiste en la adopción de un modelo de desarrollo sostenible, de bajo contenido de carbono, a partir de una mayor eficiencia energética y la utilización de fuentes renovables de energía.

Dada la incidencia del vínculo energía y clima y la capacidad de actuar en respuesta al cambio climático, debemos analizar objetivamente la capacidad, beneficios y retos que tiene nuestra región de implementar esta visión general, fundamentalmente orientada a lograr economías neutras en carbono.

El Salvador se encuentra en una región que en promedio posee la mayor participación de energías renovables en su matriz energética respecto al resto del mundo. Esto se debe a dos factores principales, en primer lugar, la muy elevada participación de la biomasa en la matriz energética que aún representa en el entorno del 16% de la matriz de energía primaria (OLADE, Anuario de Estadísticas Energéticas 2017, Quito, 2017, ISBN 978-9978-70-127-0) y en segundo lugar un alto aprovechamiento del recurso hidroeléctrico que representa el 8% de la energía primaria, muy por encima de la media global. Así en promedio, en América Latina y el Caribe (ALC) posee un índice de renovabilidad respecto a la energía primaria del 27%.

En el enfoque propuesto se admite que existen diferentes caminos nacionales posibles para lograr sistemas de energía más limpios, mientras se promueve la sostenibilidad, la resiliencia y la seguridad energética. Coincidieron en afirmar el compromiso de los miembros del grupo en las transiciones energéticas hacia sistemas más limpios, flexibles y transparentes, pero asumiendo que cada país cuenta, de acuerdo con su etapa de desarrollo, con un sistema de energía único y diverso como punto de partida, con diferentes recursos energéticos, dinámicas de demanda, tecnologías, stock de capital, geografías y culturas.

Ahora, si centramos el análisis en la dinámica de incorporación de algunas de las energías renovables no convencionales (eólica, solar y geotermia), el desarrollo de estas fuentes se ha producido a diferentes ritmos y de forma asimétrica a lo largo de los países de nuestra región. Esta penetración ha estado fuertemente condicionada por la dotación de recursos de los países, la estructura interna de costos del sistema energético y el marco de políticas e institucionalidad que permite o promueve el desarrollo de proyectos de infraestructura energética.

2.3.2 Preparación digital del sector eléctrico en Centroamérica.

Digitalización, un término que en su definición inmediatamente podemos asociar con tecnología e infraestructura. Sin embargo, lo más relevante es entender que la digitalización no es en sí un fin sino un medio que puede permitir, en este caso particular, al sector eléctrico avanzar hacia la transición energética que aspira a contar cada vez más con energía renovable, asequible, eficiente y sostenible.

La tecnología en sí misma es indispensable para la preparación digital, no obstante, el análisis de la capacidad para implementar tecnologías digitales a lo largo de la cadena de valor del sector eléctrico hace necesario tener una perspectiva más amplia.

Por lo tanto, se elaboró como parte del estudio un modelo holístico de cinco condiciones marco que reflejan las diferentes dimensiones habilitantes en un país.

Condiciones habilitantes: Las condiciones analizadas fueron las siguientes: la infraestructura digital, las capacidades humanas, la cultura organizacional, disponibilidad de capital e inversión y lo referente a gobernanza e instituciones públicas (entorno legal, políticas y regulación).

Tanto el ente regulador como otros participantes del mercado (entre ellos, prestadores de servicios tanto públicos como privados) tienen una comprensión limitada de los beneficios socioeconómicos de las tecnologías digitales. En el caso del primero, esta limitante conduce potencialmente a un rechazo de ajustes tarifarios que reconozcan inversiones. En caso de los otros participantes, este desconocimiento conduce a estimaciones incompletas del costo/ beneficio, que a su vez dificulta aprobaciones de fondos.

La calidad de los datos: Muchas aplicaciones digitales por sí mismas requieren datos, lo que constituye un desafío aparte de los que emergen de las TEG. Hay deficiencias relacionadas con la calidad de los datos en la región, inconsistencias debido a sistemas de almacenamiento de datos desactualizados y descentralizados, los diferentes formatos en que son guardados, la falta de datos que lleva a pronósticos imprecisos y posibles problemas al planificar el despacho de electricidad.

Oportunidades de implementación: En el estudio se abordaron las siguientes tecnologías digitales: Blockchain, Internet de las cosas (IoT) y Análisis Avanzado (AA), que se refieren al intercambio y transmisión de datos, generación de datos y la utilización de los datos respectivamente. Con estas tres tecnologías digitales se lograron identificar casos de uso¹ que plantean la oportunidad de superar prospectivamente estos desafíos y facilitar la evolución de los sistemas de energía dentro de la transición energética centroamericana. Se identificaron un conjunto de 22 casos de uso. Una priorización y evaluación de estos casos de uso resultó en la predicción de la generación de energía renovable variable (solar y eólica), el monitoreo remoto y la gestión de la red, así como el consumo inteligente de energía son aplicaciones tecnológicas relevantes que pueden ser implementadas en el corto plazo en la región. A estas propuestas se le suman otros ejemplos como plantas virtuales de energía, comercio de energía P2P¹, microgrids² y redes de carga para vehículos.

2.3.3 Referencias de laboratorios de potencia en América

Argentina: Instituto de Energía Eléctrica.

El Laboratorio de Alta Tensión del Instituto de Energía Eléctrica desarrolla actividades vinculadas a las Altas Tensiones para brindar prestaciones especializadas en las áreas de: la transferencia tecnológica a la industria eléctrica y electromecánica y empresas de generación y distribución de la energía eléctrica, la investigación, docencia de grado y postgrado, y el control de calidad.

¹ P2P (intercambio entre personas) significa que las partes involucradas en una transacción están haciendo el intercambio directamente entre ellos, sin necesidad de apoyarse en terceros intermediarios.

² Red eléctrica local con límites eléctricos definidos, que actúa como una entidad única y controlable

Principales Estudios

- Ensayos de impulso atmosférico 1,2/50 μ seg, tensión aplicada a frecuencia industrial 50 Hz (en seco y bajo lluvia) y de rutina a componentes y equipos de hasta 220 kV.
- Medición de tangente delta ($\tan \delta$) a tensión nominal en dieléctricos, sólidos y líquidos.
- Medición de descargas parciales a componentes y equipos de hasta 132 kV.
- Ensayos de tensión inducida a transformadores.
- Ensayos de campo en generadores y transformadores.
- Ensayos en campo de tensión de impulso atmosférico 1,2/50 μ seg a componentes y equipos de hasta 66 kV.
- Ensayos en campo de tensión aplicada a frecuencia industrial, 50 Hz en seco, a componentes y equipos de hasta 66 kV.
- Ensayos en campo de tensión continua aplicada, a componentes y equipos de hasta 66 kV.
- Ensayos en campo de medición de $\tan \delta$ y capacidad con tensión de alimentación de hasta 11 kV.
- Proyecto y diseño de laboratorios, recepción de instrumental y equipos para ensayos.
- Investigación y desarrollo para la definición de criterios constructivos para el diseño de prototipos electromecánicos.
- Control de calidad de equipamiento eléctrico.
- Detección y medición de los niveles de descargas ocurridas en las interfaces de aislantes de equipamiento.
- Ensayos de tensión de impulso de frente de onda escarpado de 2500 kV/ μ seg y 1000 kV/ μ seg.
- Pruebas y mediciones vinculadas con la determinación del envejecimiento, diseño y calidad de la aislación del equipamiento electromecánico.
- Medición de Campo Eléctrico y Magnético en Sistemas Eléctricos de media y alta tensión.
- Medición de ruido audible y efecto corona en Sistemas Eléctricos de media y alta tensión.
- Ensayos de rutina, tipo, muestreo y recepción para Herramientas para Trabajos con Tensión.
- Medición y evaluación de pérdidas por Efecto Corona, en conductores de alta tensión.
- Medición de pérdidas en dieléctricos en general.
- Ensayos de Análisis de Respuesta en Frecuencia (FRA), e Impedancia en transformadores.
- Ensayos de envejecimiento en cámaras de niebla.
- Actividades vinculadas a Auditorías de, calidad, sucesos, siniestros, etc., en sistemas de Suministros de Energía Eléctrica.

Perú: CITE energía.

CITE energía división estratégica de SiliconTechnology es una organización dedicada a brindar servicios de pruebas de laboratorio, capacitación, asesorías técnicas y soluciones tecnológicas para el sector energético, trabajando con los más altos estándares de calidad y profesionalismo, en concordancia a su compromiso de la completa satisfacción del cliente.

1. Pruebas de laboratorio
 - 1.1 ALTA TENSION
 - a) Prueba de impulso Tipo de rayo hasta 1600kW.
 - b) Prueba de tensión aplicada hasta 500 kV a 60 Hz.
 - 1.2 Media Tensión
 - a) Prueba de Impulso Tipo Rayo hasta 600 kV
 - b) Prueba de Tensión Aplicada hasta 150 kV a 60 Hz
 - c) Medición de Descargas Parciales y RIV
 - d) Medición de Tangente Delta
 - e) Prueba de Interruptores de Potencia
 - f) Medición de Resistencia de Contactos
 - g) Prueba de Aceite Dieléctricos
 - h) Medición de la Resistencia de Aislamientos
 - 1.3 Baja Tensión
 - a) Medición de Resistencia de Puesta a Tierra
 - b) Diagnóstico de la Calidad de la Energía
 - 1.4 Pruebas Termo mecánicas:
 - a) Prueba Mecánica de Tracción hasta 200 KN
 - b) Prueba Mecánica de Compresión hasta 200 KN
 - c) Prueba Mecánica de Flexión hasta 200 KN
 - d) Medición de Espesor de Galvanizado y Pinturas
 - e) Medición de Espesor de Recubrimientos Poliméricos
 - 1.5 Pruebas de Intemperismo:
 - a) Prueba de Corrosión en Ambientes Controlados
 - b) Prueba de Contaminación
 - c) Prueba de Envejecimiento Acelerado por UV en Ambientes Controlados
2. Asistencias Técnicas
3. Capacitaciones
4. I+D
5. Soluciones tecnológicas
6. Articulación de actores
7. Difusión de información.

Panamá: Laboratorio de Ensayos Eléctricos de Alta Tensión (LEEAT) de la Universidad Interamericana de Panamá (UIP).

Este laboratorio se ha desarrollado para estudiar el efecto de la contaminación ambiental en los aisladores eléctricos de las líneas de distribución de Panamá, diseñado también con un sistema automático de estimación del riesgo de fallo de un punto del sistema de distribución, utilizando Internet de las cosas (IoT), inteligencia artificial y antenas UHF.

El beneficio está destinado a mitigar cualquier riesgo de fallo en la energía eléctrica, generar las detestables caídas de tensión, daños a equipos y obviamente, los blackout o cortes de

luz; las cuales, ayudarán mejorar la calidad del sistema eléctrico de los consumidores panameños.

Algunas de las actividades que se llevan a cabo en este lugar son:

- La Generación de descargas parciales en aisladores eléctricos.
- Estudios de los efectos de la contaminación en los aislantes eléctricos utilizando métodos eléctricos y electromagnéticos.
- Procesamientos de señales eléctricas
- Formación de personal investigador.

2.3.4 Existencia de los laboratorios de potencia en El Salvador

En El Salvador, hasta la fecha de este trabajo de investigación, solo se conoce el Laboratorio de Alta Tensión de la Universidad de El Salvador como único Laboratorio de Potencia en una institución de educación superior, dicho laboratorio formó parte de una donación realizada a la universidad hace más de 30 años.

Tipos de laboratorios similares en El Salvador

Existen otros laboratorios dentro de la rama de ingeniería eléctrica que cuentan con equipo para pruebas en alta tensión, pero no están centrados exclusivamente a esta, entre estos laboratorios se encuentran el Laboratorio de Metrología en DC y baja frecuencia de ETESAL, el Laboratorio de Soluciones Eléctricas Sol Electric y los servicios ofrecidos por AES el Salvador a través del Complejo técnico CAESS Ayutuxtepeque.

2.3.5 Aporte de los laboratorios de potencia a nivel tecnológico

El contexto tecnológico es el producto de la observación directa de la problemática, realizando un breve diagnóstico, descripción, análisis y argumentación del problema desde el punto de vista de la tecnología a utilizar de las personas inmersas y el lugar dentro del objeto de estudio.

Actualmente el país cuenta con varios laboratorios en el área del Ingeniería eléctrica, concretamente dentro de las Universidades, La universidad Don Bosco cuenta con un laboratorio de máquinas eléctricas, un laboratorio de sistemas de potencia y un laboratorio de construcciones electromecánicas, la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas cuenta con un laboratorio de instalaciones eléctricas, de igual forma la Universidad de El Salvador cuenta con su laboratorio de potencia a disposición de sus estudiantes.

El laboratorio de potencia dentro de la escuela de Ingeniería Eléctrica cuenta con maquinaria necesaria para las practicas estudiantil, no obstante, la facultad De ingeniería y Arquitectura quiere integrar dicho laboratorio a su red de laboratorios con el propósito de poner ofrecer un servicio garantizado y certificado a la población.

la implementación del laboratorio en el contexto tecnológico es muy necesario dentro del país, ya que dentro del país se realizan diversas pruebas de potencia, con la finalidad de mejorar la red de electricidad del país, y probar en el campo su rango de resistencia, con dicha implementación, la facultad podrá ofrecer sus servicios de manera certificada cubriendo una necesidad que año con año se presenta a gran escala

Actualmente el laboratorio cuenta con una máquina de pruebas de impulso de 400Kv, cuyo valor es de suma importancia para las pruebas de resistencia en aisladores y capacitadores, no obstante dicha maquinaria cuenta con años de antigüedad y su sistema no está actualizando, sino de que a la hora de realizar las pruebas, los operarios tienen que ajustar manualmente el escenario idóneo para las pruebas, modificando la temperatura, y la humedad del lugar, con una actualización de la maquinaria a una previamente analizada, su potencia inicial aumentará de 400Kv a 800Kv permitiendo realizar pruebas a gran escala a aislantes, haciendo pruebas de resistencia y pruebas destructivas, con la finalidad de medir y estudiar sus resistencia simulando su uso en la práctica, además de esto actualmente el laboratorio no cuenta con ningún otro servicio y mediante este estudio, se determinará su campo de acción, su mercado meta y sus clientes potencial además de las empresas transmisoras de energía eléctrica

Además dicho laboratorio prestara sus servicios a las distribuidoras del país para la realización de pruebas de potencia, ya que cuentan con el instrumento necesario para las practicas masivas necesarias para dichos consumidores, también se presenta la necesidad dentro de la facultad de realizar pruebas en los fusibles, ya que muy a menudo dichos fusibles son remplazados por otros debidos a la intensidad y corriente que están sometidos, dicho laboratorio permitirá pruebas en ellos con el propósito de evitar dicho problema y reducir los costos ocasionados por la problemática antes mencionadas

2.3.6 Fallas en transformadores y sus causas.

Estadísticas de Fallas WAPDA/PESCO 2015

La información presentada pertenece a la Conferencia Internacional de Data Mining, Ingeniería Civil y Mecánica realizada en 2015 en Indonesia, titulada “Fallas en transformadores, causas e impactos (Transformer Failures, Causes & Impact³)” donde fueron analizados los datos de transformadores (11kv – 220v) utilizados por La Autoridad de Desarrollo de Agua y Energía de Pakistán (WAPDA por sus siglas en inglés) en los sectores de distribución durante los últimos 5 años con datos recopilados por la Compañía de Suministro Eléctrico de Peshawar (PESCO por sus siglas en ingles) en el distrito de Peshawar específicamente en el área metropolitana de University Town y el suburbio de Ragi-Lalm.

Los transformadores tienen diferentes tipos de fallas y cada una de ellas tienen un Número de Prioridad de Falla “PN” (Failure Priority Number según sus siglas en Ingles) que dependen de su severidad, ocurrencia y detección.

Tabla 2 Número de Prioridad de Falla (PN)

Tipo de falla	PN
Devanado (Winding)	6 - 30
Bushing	24 – 48
Cambiador de Tap (Tap Changer)	28 – 52
Core	6
Tanque (Tank)	18
Sistema de Protección (Protection System)	22 – 64
Sistema de Enfriamiento (Cooling System)	26 - 48

Fuente: Datos estadísticos tomados de la conferencia internacional Transformer Failures, Causes & Impact (Shayan Tariq Jan, Raheel Afzal, and Akif Zia Kha, 2015).

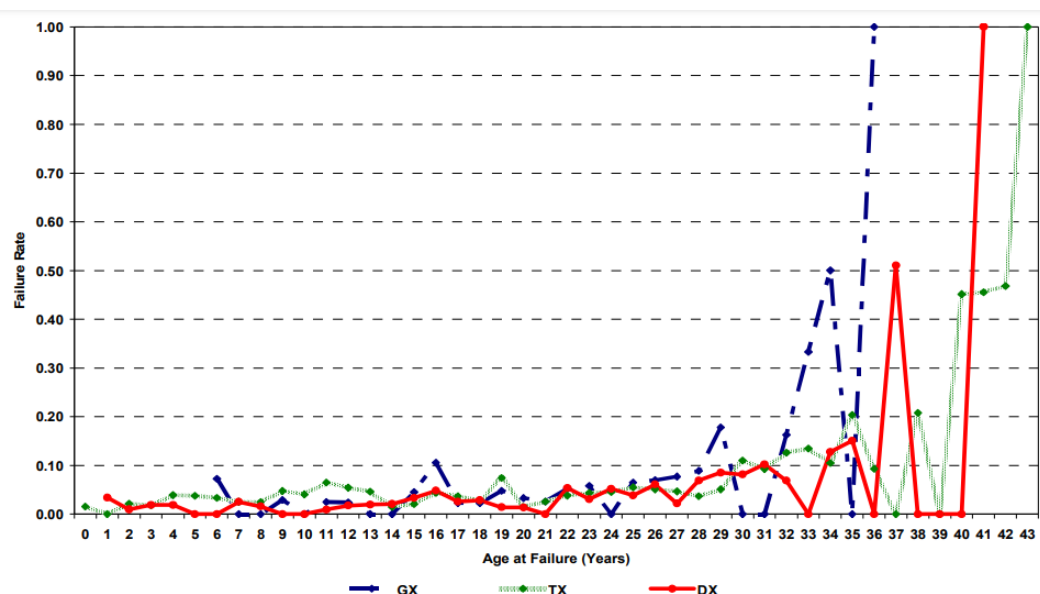
La mayoría de las fallas ocurren en los sistemas de protección, seguido del cambiador de tap, bushing y sistemas de enfriamiento.

Estadísticas de fallas CIGRE Alemania 2009

Los resultados mostrados, pertenecen a datos estadísticos oficiales en Alemania. El VDE FNN es el regulador técnico de las redes eléctricas en Alemania. El objetivo de la encuesta realizada era la recopilación sistemática de datos sobre la disponibilidad y las perturbaciones de los suministros de energía eléctrica, para los cuales se obtuvieron los siguientes resultados basados en una metodología que permitió la análisis detallado y clasificación de más de 200 fallas en $\pm 10,000$ unidades – años, para diversas clasificaciones transformadores, durante el período 1996 a 2006.

Desempeño de los transformadores

Gráfico 3 Desempeño por año en Transformadores GSU(GX), de Transmisión (TX) y de Distribución (DX)



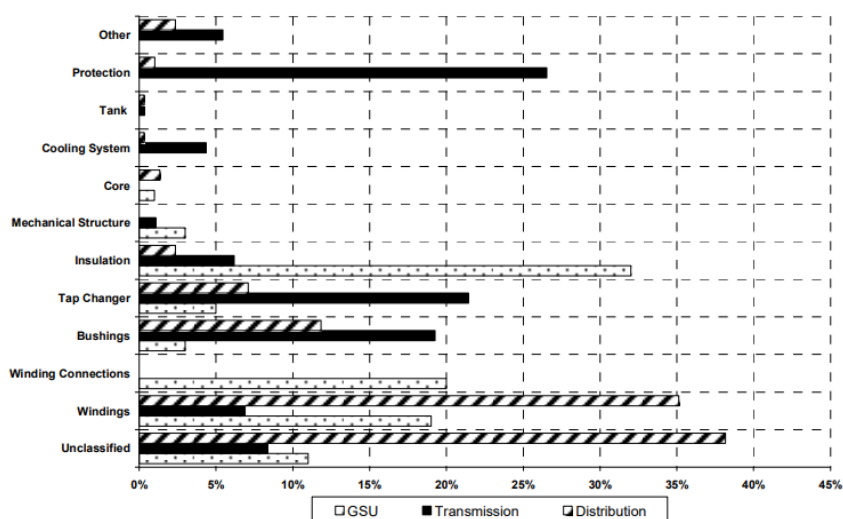
Fuente: Datos estadísticos tomados de la conferencia regional "Differences Approaches for the Acquisition of Reliability Statistics" (Janine Jagers, Stefan Tenbohlen, 2009).

La tasa de fallas con respecto a la edad está dada por una función de riesgo⁴ y proporciona información con respecto a la distribución de la vida útil del equipo. Los períodos que podrían identificarse a partir de la función de riesgo son tasas de falla más altas en la vida temprana que podrían estar asociadas con problemas de diseño o fabricación, tasas de falla constantes o bajas que representan una vida normal y tasas de falla crecientes después de cierta edad lo cual puede estar asociado con fallas por desgaste al final de su vida útil.

⁴ https://es.wikipedia.org/wiki/Función_de_riesgo

Localización de los fallos

Gráfico 4 Localización de las fallas en transformadores GSU, de Transmisión y Distribución



Fuente: Datos estadísticos tomados de la conferencia regional "Differences Approaches for the Acquisition of Reliability Statistics" (Janine Jagers, Stefan Tenbohlen, 2009).

El gráfico muestra que, para los transformadores de transmisión, los fallos se presentan mayoritariamente en la protección de los transformadores, seguido de la tapa de carga y los bushings; para el caso de los transformadores de distribución, los fallos ocurren principalmente en los devanados de los transformadores, sin embargo, hay un gran número de fallos que no se encuentran clasificados por el estudio ocupando más del 35% de estas anomalías.

Estadísticas XVII Simposio Internacional de Ingeniería de Alta Tensión (Alemania, Suiza, Austria y Países Bajos) 2011

Los resultados mostrados pertenecen a una encuesta de datos de fallas de 20 empresas de servicios públicos en Alemania, Suiza, Austria y Países Bajos.

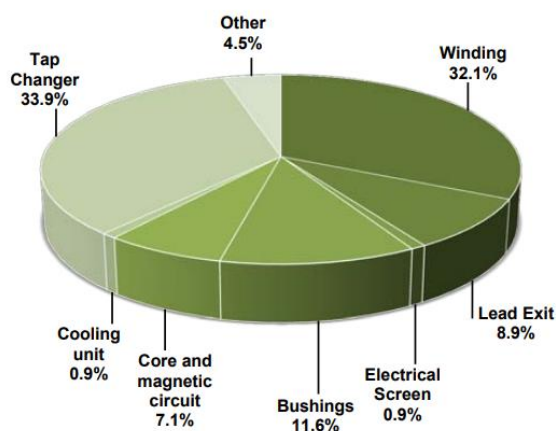
La población de transformadores investigada cubre más de 23,800 años-unidad y revela una tasa de falla de 0.3% para 110kV y 0.6% para 220kV y 380kV para fallas mayores. La función de riesgo muestra índices de fallas considerablemente bajos para un transformador de edad inferior a 30 años.

Tabla 3 Análisis de tasa de falla de transformadores de potencia (transmisión y distribución) en función del tipo de tensión (años de 2000 a 2010)

Nivel de voltaje	110 kV	220 kV	380 Kv
Número de fallas	34	40	20
Transformadores	10748	5756	4482
Porcentaje de falla (%)	0.31%	0.69%	0.45%

Fuente: Datos estadísticos tomados del Simposio Internacional de Ingeniería de Alta Tensión "ASSESSMENT OF POWER TRANSFORMER RELIABILITY" (S. Tenbohlen, F. Vahidi, J Gebauer, M. Krüger and P. Müller, 2011).

Tabla 4 Análisis de ubicación de fallas basado en 112 fallas importantes entre 2000 y 2010



Fuente: Datos estadísticos tomados del Simposio Internacional de Ingeniería de Alta Tensión "ASSESSMENT OF POWER TRANSFORMER RELIABILITY" (S. Tenbohlen, F. Vahidi, J Gebauer, M. Krüger and P. Müller, 2011).

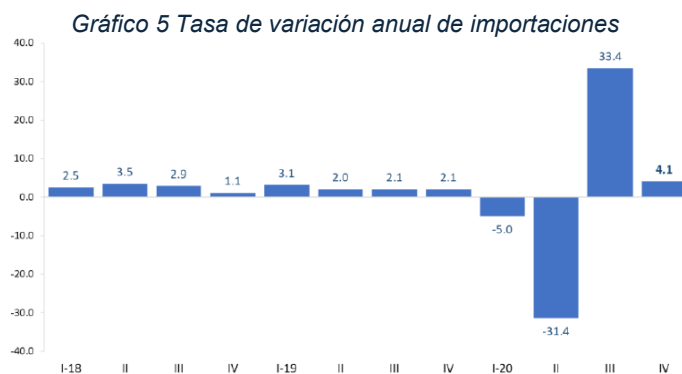
Los datos obtenidos muestran que las mayores fallas en los transformadores ocurren en la tapa de carga, seguido del devanado de los transformadores y los bushings.

2.4 Contexto económico

2.4.1 Marco económico exterior

Los resultados de la segunda estimación de la tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) real de Estados Unidos, según la Oficina de Análisis Económico (BEA por sus siglas en inglés) registran un aumento del 4.1% en el cuarto trimestre de 2020, lo que muestra una continua recuperación económica tras los fuertes descensos de principios de año por el impacto de la pandemia por COVID-19, así como también por las nuevas restricciones y cierres que entraron en vigor en algunas zonas de Estados Unidos.

El aumento del PIB real fue reflejo de los incrementos de las exportaciones, la inversión fija no residencial, el consumo personal, la inversión fija residencial y la inversión en inventarios privados, que se vieron compensados en parte por los descensos del gasto de las administraciones estatales y locales y del gasto de la administración federal. Las importaciones, que se restan en el cálculo del PIB, aumentaron.



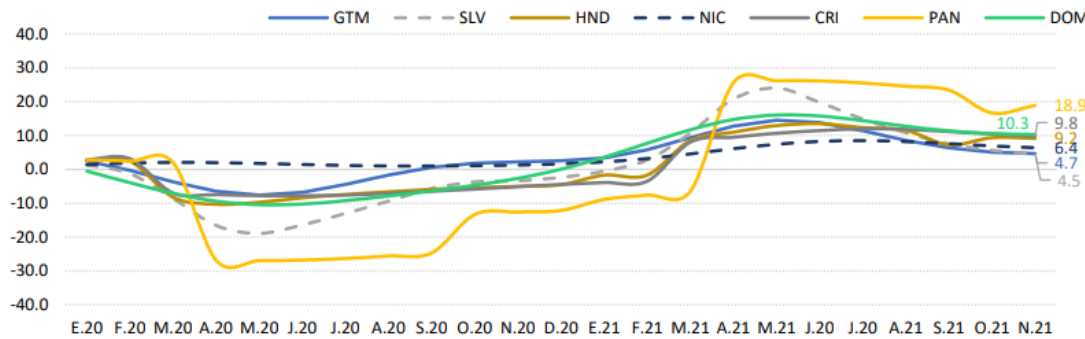
Nota: Retomado de Bureau of Economic Analysis Department of Commerce

Con respecto a la situación económica centroamericana la actividad económica continuó evolucionando positivamente, y se espera una moderación en el presente año (2022).

Al mes de noviembre 2021, el Índice Mensual de Actividad económica (IMAE) registró crecimiento interanual en Panamá (18.9%), República Dominicana (10.3%), Costa Rica (9.8%), Honduras (9.2%), Nicaragua (6.4%) Guatemala (4.7%) y El Salvador (4.5%) (ver Gráfico 5). Por lo anterior, se espera que al cierre de 2021 el crecimiento acumulado de cada país se encuentre en el rango de 6% a 13%. Las actividades productivas más dinámicas fueron el comercio, transporte y almacenamiento, alojamiento, la industria manufacturera y la construcción.

Las proyecciones de los bancos centrales de la región indican un crecimiento del PIB real para los países de Centroamérica en el rango de 3.0% a 5.5% en 2022, en línea con el nivel de crecimiento potencial. No obstante, estas proyecciones se encuentran sujetas a una alta incertidumbre debido al complicado panorama global y la continuación de la emergencia sanitaria.

Gráfico 6 Variación interanual del Índice Mensual de Actividad económica en los países de Centroamérica.

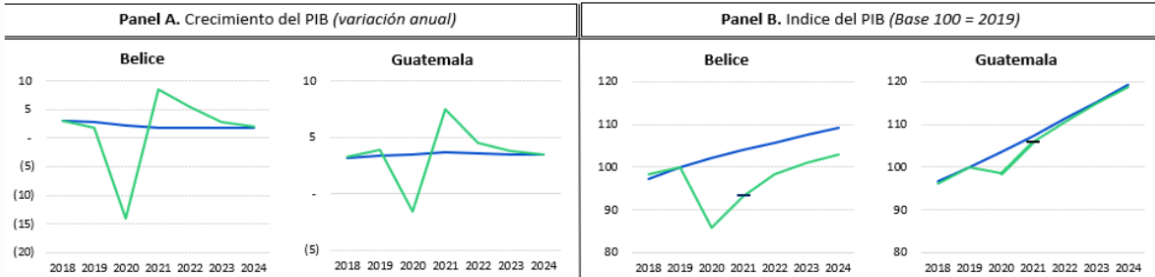


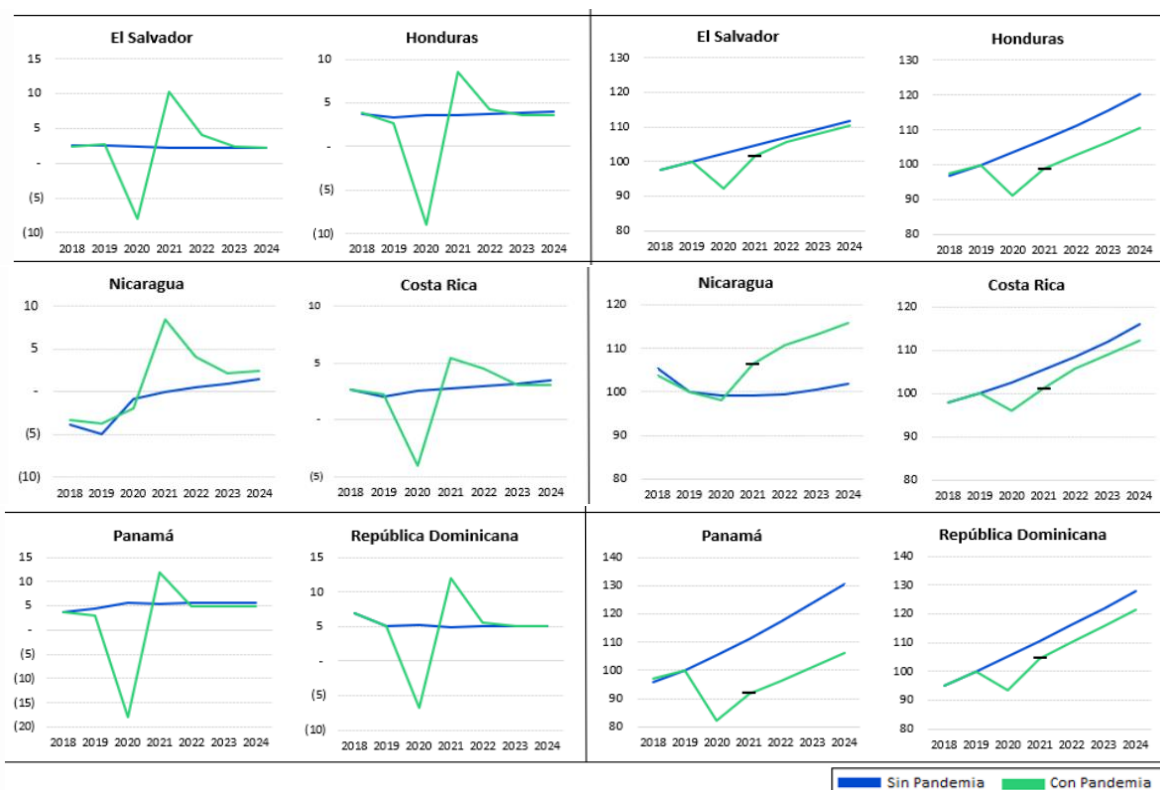
Nota: Retomado de la Oficina del Economista Jefe con información de la SECMCA al 7 de febrero 2022.

Centroamérica: Recuperación económica 2021 y perspectivas 2022-2024

A partir de las últimas estimaciones oficiales de cada país, el repunte del crecimiento económico regional se ubicaría en el rango de 8.0% a 8.6% en 2021, con todos los países registrando robustas variaciones positivas (ver Gráfico 1, Panel A). Lo anterior, luego de la recesión económica mundial que provocó la pandemia del COVID-19, y que llevó a Centroamérica a registrar una caída del PIB de 7.4% en 2020. La recuperación económica de 2021 permitirá a Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y la República Dominicana superar el nivel del PIB constante precrisis (2019), y Honduras estaría muy cerca de lograrlo en este mismo año.

Gráfico 7 Producto interno bruto constante (variación anual, porcentaje - niveles)





Nota: Tomado de la Oficina del Economista Jefe a partir de información de World Economic Outlook October 2019 and October 2021

Por otra parte, la brecha que existe entre la tendencia proyectada sin pandemia y la estimada con la pandemia, señala las pérdidas de producción a medio plazo (ver Gráfico 1, Panel B), las cuales serían menores en Nicaragua, Guatemala, El Salvador y Costa Rica, y mayores en el resto de los países. Lo anterior, podría generar un rezago para recuperar los niveles de empleo y pobreza precrisis.

Finalmente, es importante señalar que el hito de recuperar los niveles de producción precrisis (febrero 2020), ha sido distinto en temporalidad y en magnitud en cada país. Del análisis de la evolución del índice mensual de actividad económica se desprende que Guatemala lo habría alcanzado en agosto de 2020, República Dominicana en septiembre de 2020, Nicaragua en octubre de 2020, El Salvador en diciembre de 2020, Costa Rica en junio de 2021, Honduras en julio de 2021 y Panamá en octubre de 2021; mientras que Centroamérica lo alcanzó en marzo de 2021. Por otra parte, la tasa de crecimiento del último mes disponible del IMAE respecto a febrero de 2020 fue para Guatemala 9.4%, Costa Rica 3.3%, y la República Dominicana 14.4% en noviembre de 2021; mientras que El Salvador aumentó 4.5%, Honduras 4.6%, Nicaragua 7.5%, Panamá 3.2% y Centroamérica 5.2% en octubre de 2021 (ver Gráfico 2).

2.4.2 Marco económico local

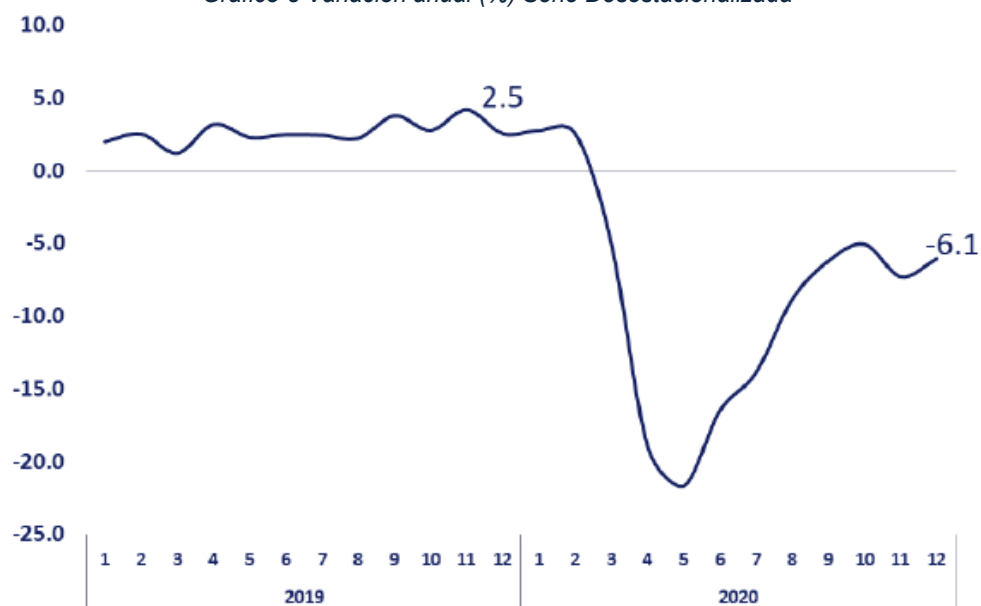
Índice de Volumen de la Actividad Económica (IVAE)

La actividad económica en diciembre de 2020 muestra una recuperación de la tendencia mensual registrada desde junio; cabe destacar que el efecto de los fenómenos climáticos

de noviembre incidió en alguna medida en que en ese mes la actividad económica redujera, situación que mejoró en el indicador de diciembre.

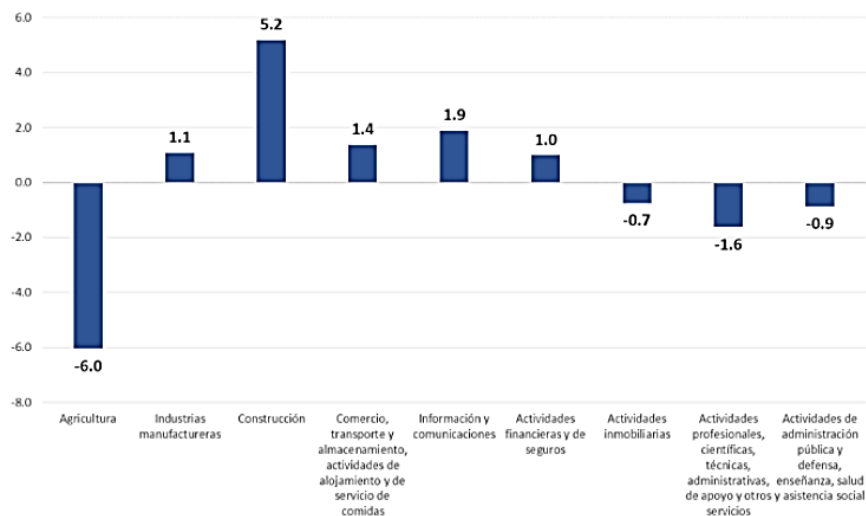
Las actividades que más aportaron a la dinámica fueron la construcción, el comercio, el transporte y los servicios de comida, la industria, los servicios de información y comunicaciones y las actividades financieras.

Gráfico 8 Variación anual (%) Serie Desestacionalizada



Nota: Retomado del Banco Central de Reserva

Gráfico 9 Crecimientos por actividad económica (%) – diciembre 2020.



Nota: Retomado Banco Central de Reserva

El sector terciario surge como una actividad económica de carácter residual, ya que en este entraban todas aquellas actividades que no eran propiamente agrarias ni industriales. Pero a partir de los años treinta del Siglo XX, este sector pasa a ser objeto de estudio económico de una manera autónoma.

Los servicios son aquellas actividades económicas que no producen bienes materiales de forma directa, sino que productos generalmente intangibles que se ofrecen para satisfacer las necesidades de la población, con lo cual se hace coincidente su producción y consumo (Morales, 2009).

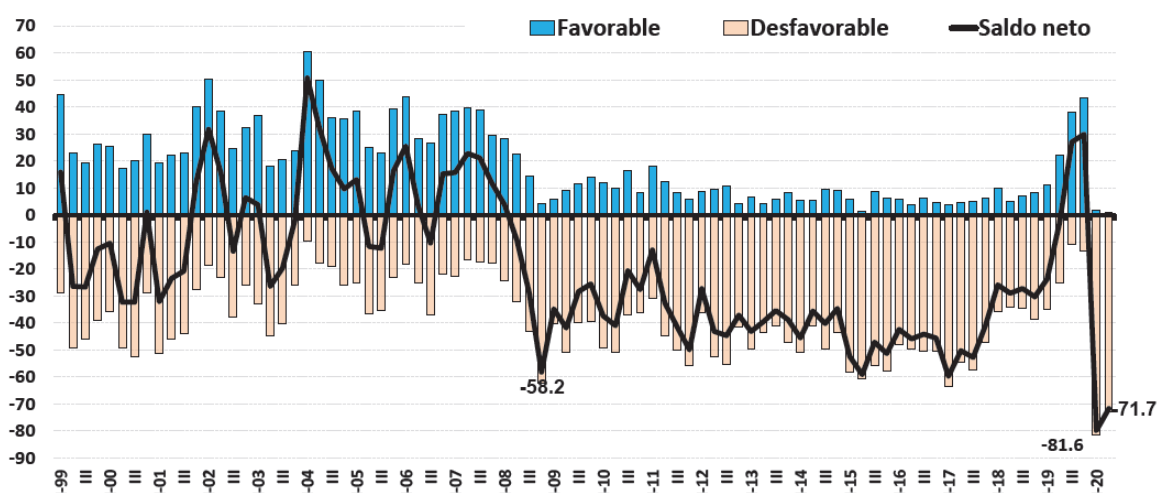
Clima de inversión en El Salvador

El clima de inversión reporta el deterioro más profundo en décadas, afectado por el COVID-19 y la incertidumbre provocada por el conflicto entre instituciones, entre otros.

En el informe de análisis económico 52 elaborado por FUSADES los empresarios entrevistados señalaron una caída en el clima de inversión de -71.7% en el segundo trimestre y en el primero fue -81.6%; resultados muy superiores a los observados en la crisis financiera internacional cuando cayó a -58.2% en el cuarto trimestre de 2008 (gráfica 4). Los países que más invierten, generan más empleo y prosperidad; ya que permite ampliar la capacidad de producción futura.

Es importante recordar que por más de una década el clima de inversión fue negativo (de 2008 al primer trimestre de 2019); esto fue el resultado de la confrontación y falta de consensos entre sector público y privado, lo cual aumentó la incertidumbre, y redujo la eficacia de las políticas públicas en apoyo a la capacitación, atracción de inversiones, tramitología, y delincuencia. Esto se tradujo en un bajo crecimiento e insuficiente generación de empleos. De acuerdo con los empresarios, los factores que en el primer semestre han afectado el clima de inversión han sido liderados por el COVID-19; en segundo lugar, la incertidumbre política-económica que, incluso, supera la adversidad que provoca la caída en el ciclo económico; solo se destaca que la delincuencia ocupó el último lugar y con la mención más baja por más de una década.

Gráfico 10 El clima de inversión observa la mayor caída en el primer semestre del 2020.



Nota: Retomado de la Encuesta Dinámica Empresarial de FUSADES/CIE

Tabla 5 Clasificación CIIU del laboratorio de potencia de la Escuela de Ingeniería Eléctrica.

Sección	División	Grupo	Clase	Descripción de clase
M				Actividades profesionales, científicas y técnicas.
	71			Actividades de arquitectura e ingeniería; ensayos y análisis técnicos.
		712		Ensayos y análisis técnico
			7120	Ensayos y análisis técnico

Nota: Información retomada de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme, tabla de elaboración propia.

Composición del PIB del servicio del sector eléctrico

La economía salvadoreña registró un crecimiento de 24.5% en el segundo trimestre de 2021 como resultado de la dinámica de recuperación en todas las actividades productivas. La dinámica observada en los primeros seis meses del año refleja que la mitad de los sectores productivos ya recuperaron los niveles de producción previos a la pandemia.

El crecimiento de la economía en el 2021 permite confirmar las proyecciones de un 9% de crecimiento del Producto Interno Bruto de El Salvador (PIB) al cierre del 2021.

Las actividades de servicios, que durante 2020 fueron las afectadas en mayor medida, son también las que se recuperan a tasas de dos o tres dígitos anuales; en este caso destacan: Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas (164%), **Actividades profesionales, científicas y técnicas (51.2%)** y Otros servicios personales (49.8%).

2.4.3 Contexto económico de la Universidad de El Salvador.

El artículo 61 de la Constitución de la República de El Salvador de 1983 establece que "La Universidad de El Salvador y las demás del Estado gozarán de autonomía en los aspectos docente, administrativo y económico" y que se otorgarán "anualmente en el Presupuesto del Estado las partidas destinadas al sostenimiento de las universidades estatales y las necesarias para asegurar y acrecentar su patrimonio."

Contexto económico 2021

La gestión presupuestaria de las autoridades de la Universidad de El Salvador (UES) para el 2021 tuvo un éxito sin precedentes para las autoridades de la universidad, empezaron el año 2021 con una asignación adicional de \$35.3 millones de dólares, lo que suma el patrimonio universitario a \$126 millones 997 mil 552 dólares.

El aumento presupuestario otorgado por el Estado Salvadoreño ha sido repartido de la siguiente manera: La gratuidad para todos los estudiantes de la UES por un valor de \$3.5 millones, aumentar en \$1 millón de dólares para aumentar el número de becas, se asignó \$1,242,846.00 millones para el fortalecimiento de la estructura física de la universidad, es decir, mantenimiento de edificios, laboratorios y otras modificaciones que preparen en el retorno de actividades presenciales de la comunidad.

Actualmente, se especula que el presupuesto para el año 2022 de la Universidad de El Salvador es de \$120 millones de dólares. Se observa una reducción de aproximadamente \$7 millones de dólares con respecto al año 2021.

Contexto económico 2022

Para el año 2022 el Ministerio de Hacienda adeuda \$30 millones a la Universidad de El Salvador (UES) de los presupuestos generales asignados en el 2021 y 2022 según dijo el vicerrector administrativo de la institución educativa, Juan Rosa Quintanilla en un artículo publicado en www.laprensagrafica.com en mayo del 2022.

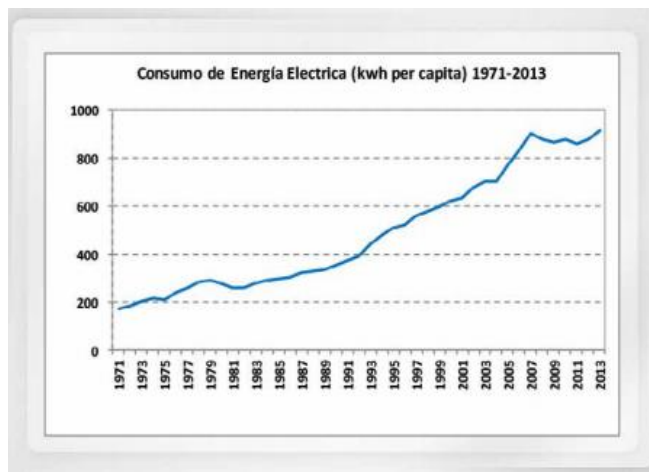
En total, el Ministerio de Hacienda debe \$30 millones, \$14 del ejercicio 2021 y \$16 de 2022. Esto significa que el aumento al presupuesto prometido por el Gobierno para 2021, y que iba a servir para proyectos de infraestructura clave de la casa de estudios, no han sido ejecutados en la universidad.

Para 2022, el Gobierno aseguró que daría un presupuesto de \$114 millones, \$12.6 millones menos que el presupuesto del 2021. Esta reducción respondía a los proyectos de infraestructura que desarrollaría el Gobierno para aumentar los campus de la universidad.

2.4.4 Contexto económico del sector eléctrico.

TENDENCIA DE CONSUMO DE ENERGÍA PER CÁPITA

Gráfico 11 Consumo de Energía Eléctrica (kwh per cápita)
(1971 - 2013)



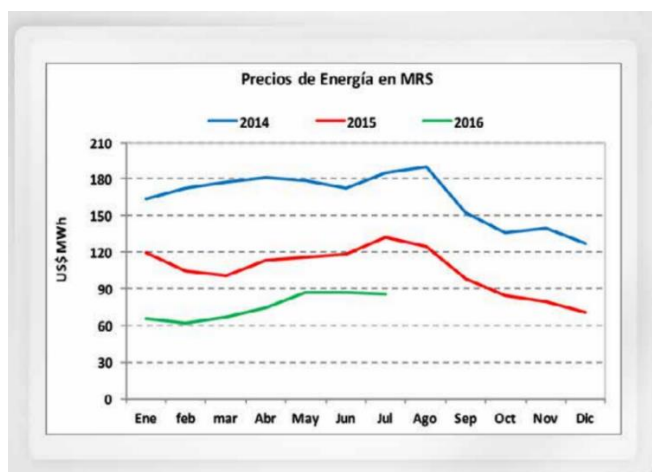
Nota: Retomado de Zumma Ratings

El mayor consumo de electricidad se debe no solamente al crecimiento natural de la población, sino también al hecho de que cada habitante utiliza cada vez más energía. La tendencia creciente del consumo per cápita de energía en los últimos años se muestra a continuación:

El precio promedio ponderado anual de la energía demandada en el Mercado Regulador del Sistema (MRS) para el año 2015 según cifras publicadas por la Unidad de Transacciones, reflejó un valor de US\$105.03 MWh, observando una disminución del 36.2% de comparar

con 2014 (US\$165.03 MWh). El precio máximo observado en 2015 fue de US\$131.7 MWh (189.8 MWh en 2014) y el precio mínimo fue de US\$70.2 MWh (US\$127.1 MWh en 2014).

Gráfico 12 Precios de Energía en MRS



Nota: Retomado de Zumma Ratings

La tendencia en el precio de megavatios/hora ha sido de disminución, producto de la caída de los costos de generación de energía en línea con la baja de los precios internacionales del petróleo, que constituye el principal insumo para la generación termoeléctrica.

Asimismo, se observa un menor precio en los meses de agosto a diciembre, que coincide con la época lluviosa en la que se explota la generación hidroeléctrica.

Subsidio del gobierno

El Gobierno mantiene la política de subsidiar el costo de la energía eléctrica a consumidores de pequeñas demandas (servicios residenciales y micro empresarios) que consumen hasta 99 KWh mensuales (siendo este el más relevante) y el segundo es para las personas que consumen entre 100 KWh al mes y 199 KWh al mes. Durante 2015, según la SIGET se canceló en concepto de subsidio a la energía US\$141.8 millones (US\$174.1 millones en 2014), experimentándose una disminución de US\$32.3 millones, explicada por la continua reducción de los precios de la energía eléctrica.

En línea con lo anterior, actualmente se está analizando la focalización y ahorro en el pago de subsidios, con lo que se proyecta un ahorro significativo en concepto de subsidio a la energía eléctrica.

Los flujos anuales que son la corriente de ingresos y egresos en un año, según el banco central de reserva sobre el Producto Interno Bruto de la producción de Suministro de electricidad, gas vapor y aire acondicionado presenta los siguientes datos para el año 2015 al año 2020 (Cantidades en millones de dólares).

Tabla 6 Crecimiento anual desde el enfoque de la producción de suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado

CONCEPTOS	2015	2016	2017	2018	2019(p)	2020(e)
1.4 D. Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	687.09	590.7	710.4	765	762.76	601.97

Nota: Retomado del Banco Central de Reserva. (p) Cifras Preliminares. (e) Cifras Estimadas.

Y según el Banco Central de Reserva, la tasa de crecimiento anual desde el enfoque de la producción de suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado presenta el comportamiento mostrado en la tabla anterior. Estos datos son del año 2015 al año 2020.

3 MARCO LEGAL

3.1 Unidad Ambiental de la Universidad de El Salvador

La creación de la Unidad Ambiental de la Universidad de El Salvador se fundamenta en el Art. 117 de la Constitución de la República; y Art. 6 de la Ley de Medio Ambiente que ordena la creación del Sistema Nacional de Gestión de Medio Ambiente (SINAMA), el cual está integrado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), como Coordinador; Las Unidades Ambientales de los Ministerios, las instituciones Autónomas y Municipales, es un imperativo de la Ley crearlas, organizarlas con personal propio y financiarlas con el presupuesto de las unidades primarias de cada institución, para promover la gestión ambiental y la protección de los recursos naturales;

La misión de la UNAUES Promover la participación del personal académico, científico, técnico y administrativo multidisciplinario de la Universidad de El Salvador, para contribuir a elaborar y ejecutar los planes, programas y proyectos relacionados con la protección y manejo de los recursos naturales, el medio ambiente, prevención de riesgos, adaptación al cambio climático, e inclusión social.

Y su visión es ser reconocida como una Unidad de la Universidad de El Salvador, que vela por el cumplimiento de la Política, Ley y Reglamento sobre el Medio Ambiente, impulsando actividades educativas de protección y recuperación ambiental.

3.2 Política Energética Nacional

En el año 2007, la Asamblea Legislativa de El Salvador aprueba la Ley de Creación del Consejo Nacional de Energía (CNE), considerando que es deber del Estado promover el desarrollo económico y social mediante el incremento de la producción, la productividad y la racional utilización de los recursos energéticos; así como la necesidad de crear una institución que sea rectora y normativa de la política energética nacional.

El CNE establece bajo una misma organización y bajo una misma dirección ejecutiva todos los elementos involucrados en la formulación y coordinación de la política energética nacional; asimismo, unifica en su Junta Directiva múltiples actores extra sectoriales hoy involucrados en diferentes aspectos de formulación e implementación de políticas, aumentando su capacidad de coordinación y seguimiento.

La Junta Directiva del CNE está conformada por el ministro de Economía, quien preside la Junta; el secretario técnico de la Presidencia; el ministro de Hacienda; el ministro de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano; el ministro de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y el presidente de la Defensoría del Consumidor.

3.2.1 La nueva Política Energética de El Salvador 2010-2024

La nueva Política Energética, se presenta como un componente esencial dentro de la visión estratégica de cambio y política socio-económica con equidad y desarrollo auténtico que impulsa el nuevo gobierno.

En ella se encuentran los lineamientos claves para su formulación y concepción general, para la definición de sus objetivos y principios, y para la articulación de un marco de implementación de acciones y proyectos fundamentales a corto, mediano y largo plazo.

En ese sentido, la nueva Política Energética desempeña un rol de especial significado dentro de las políticas de desarrollo, debido a la gran importancia de la energía como elemento determinante de la calidad de vida de la población, como factor imprescindible de todo el aparato productivo, y como destino de una considerable magnitud de inversiones para su generación y abastecimiento.

Un aspecto de esta nueva política es el énfasis en un desarrollo energético sustentable, democrático y participativo, que abra paso a una nueva relación e interacción con la sociedad y el medio ambiente, potenciando las condiciones para la protección y preservación de nuestros recursos naturales, principalmente en aquellas actividades vinculadas a su aprovechamiento, a la producción, al transporte y a la utilización de los mismos.

3.2.2 Líneas Estratégicas de la Política Energética

Las líneas estratégicas de la Política Energética Nacional dan solución a los desafíos previamente planteados y consideran un proceso de consulta a los principales actores del sector energético.

Los lineamientos se han integrado en seis grandes grupos con una fuerte interrelación entre sí son los siguientes:

- Diversificación de la matriz energética y fomento a las fuentes renovables de energía.
- Fortalecimiento de la institucionalidad del sector energético y protección al usuario.
- Promoción de una cultura de eficiencia y ahorro energético. Ampliación de cobertura y tarifas sociales preferentes.
- Innovación y desarrollo tecnológico.
- Integración Energética Regional.

3.3 Ley Orgánica de la Universidad de El Salvador

Con respecto a la legalidad que condiciona al Laboratorio de Potencia de Ingeniería Eléctrica, este mismo se rige a la ley orgánica universitaria que norma todas las distintas facultades y escuelas de toda la Universidad de El Salvador. Es importante recalcar que dentro de la ley orgánica universitaria, cada facultad tiene su normativa que las distintas escuelas y laboratorios deben respetar.

Según el reglamento general de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura (FIA), título IV “DE LAS UNIDADES DOCENTES Y ADMINISTRATIVAS DE LA FACULTAD, capítulo 1º DE LAS ESCUELAS, DEPARTAMENTOS, LABORATORIOS E INSTITUTOS DE LA FACULTAD menciona lo siguiente:

Sección 3a.

DE LOS LABORATORIOS

De la naturaleza y finalidad de los laboratorios:

Art.56- Los laboratorios son unidades experimentales al servicio de la Facultad, en particular y de la Universidad en general. Además, los laboratorios tendrán los siguientes fines:

1. Propiciar la investigación científica y técnica en los - campos da la Ingeniería, la Arquitectura, la Ciencia y Tecnología de Alimentos, la Física y la matemática.
2. Promover en el estudiante la adquisición de conocimientos experimentales a través de las prácticas de laboratorios;
3. Ofrecer facilidades de asistencia técnica y de investigación a las personas naturales y Jurídicas, en la medida de sus posibilidades y en las condiciones contractuales que establezca la Universidad.

Art.57- En la Facultad de Ingeniería y Arquitectura funcionarán los siguientes laboratorios i Laboratorios adscritos a Departamentos de una misma Escuela

1. Escuela da Ingeniería Eléctrica:
2. Laboratorio da Electrónica, adscrito al Departamento de Electrónica;
3. Laboratorio de metrología Eléctrica, adscrito al Departamento de Electrónicas.
4. Laboratorio do Control Automático, adscrito al Departamento de Electrónica.
5. Laboratorio de Comunicaciones Eléctricas, adscrito al Departamento de Electrónica;
6. Laboratorio de máquinas Eléctricas, adscrito al Departamento de Electricidad;
7. Laboratorio da Alta Tensión y Dieléctricos, adscrito al Departamento de Electricidad.

Con el desarrollo de la Facultad, ésta podrá crear otros laboratorios cuando lo estime necesario.

b) De los servicios de los Laboratorios:

Art.58- Los servicios de los laboratorios serán de tres clases, con las siguientes prioridades*

1. Docentes
2. De investigación
3. De asistencia técnica

Art.59- Los servicios docentes de los laboratorios promoverán en el - estudiante la adquisición de conocimientos experimentales mediante las prácticas correspondientes. Al inicio de cada ciclo, los profesores enviarán al jefe del laboratorio el detalle de las prácticas que serán realizadas. Para cada ciclo lectivo el jefe de Laboratorio programará, de acuerdo con su superior jerárquico inmediato, las prácticas que sean necesarias.

Art. 60- El jefe de Laboratorio programará, de acuerdo con su superior jerárquico inmediato, con el personal de investigación, las - actividades correspondientes para el uso del laboratorio. En dichas actividades podrán participar también investigadores - que no forman parte del personal de investigación de la Facultad, previa autorización de la Junta Directiva.

Art. 61- Los servicios de asistencia técnica serán clasificados a) servicios ordinarios b) Servicios especiales en: Los servicios ordinarios deberán ser autorizados por el Decano, el director de Escuela o el jefe de Departamento, según el caso y se prestarán en base a la reglamentación interna establecida para cada laboratorio, respetando las prioridades señaladas. La prestación de servicios especiales requerirá en cada caso la aprobación da la Junta Directiva.

Art.62- Cada laboratorio tendrá su reglamentación interna aprobada por la Junta Directiva> con base en iineamiento3 generales dictados por ella. El proyecto da dicha reglamentación será elaborado por el jefe de Laboratorio, con la colaboración - que estime necesaria y la

respectiva aprobación del superior jerárquico inmediato, quien presentará dicho proyecto a la Junta directiva de la Facultad.

Art.63- Los servicios de asistencia técnica de los laboratorios serán aquellos encaminados a la solución de problemas que las personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, presenten a la Facultad. Estos servicios serán remunerados (en efectivo, en especies o cualquier otra forma de pago), según lo establezcan las disposiciones legales de la Universidad y la reglamentación interna del laboratorio correspondiente.

El jefe de Laboratorio, de acuerdo con el superior jerárquico inmediato, programará con los técnicos respectivos las actividades que sean necesarias para dicho fin.

b) De las obligaciones de los usuarios:

Art.64- El usuario será responsable de los materiales y el equipo - que el laboratorio le facilite. En caso de deterioro o pérdida de materiales y equipo, el usuario deberá reportar dicha pérdida inmediatamente al jefe de laboratorio. La Junta Directiva dictará los lineamientos necesarios para la reposición de materiales y de equipo deteriorado o perdido.

Art.65- Los usuarios estarán obligados a comportarse correctamente - dentro del laboratorio. La indisciplina y el desorden serán motivos suficientes para que un usuario pierda el derecho a usar el laboratorio. En casos de gravedad en la mala conducta de un usuario en el laboratorio, el jefe de Laboratorio reportará el caso al superior jerárquico inmediato.

Art. 66- La solvencia del laboratorio será un requisito obligatorio para efectos de inscripción global de asignaturas, Trabajo de Graduación y obtener la calidad de egresado en la Facultad.

CAPITULO II: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

1. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

1.1 Metodología de la investigación

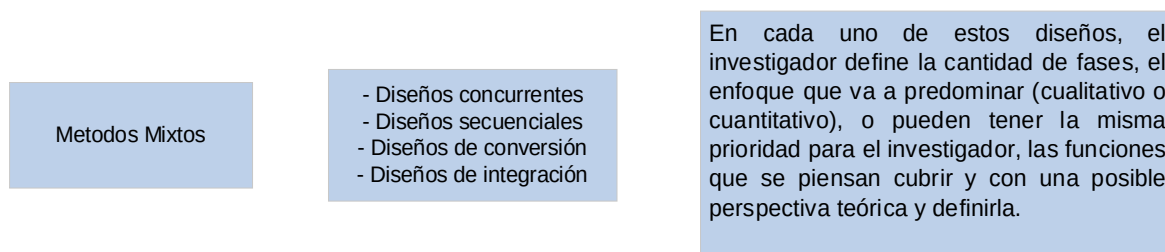
La metodología del estudio será a partir de métodos mixtos de investigación, la cual integra métodos cualitativos y cuantitativos en un solo estudio.

Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (meta inferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2008).

Las etapas en las que suelen integrarse los enfoques cuantitativo y cualitativo son fundamentalmente: el planteamiento del problema, el diseño de investigación, el muestreo, la recolección de los datos, los procedimientos de análisis y/o interpretación de los datos.

En la siguiente figura se puede observar de qué manera se categorizan los métodos mixtos dentro de las clases de investigación y diseños, se hace referencia a la tipología propuesta por Hernández-Sampieri y Mendoza (2008).

Gráfico 13 Tipología de los Diseños Mixtos por Hernández-Sampieri y Mendoza (2008)



Nota: Extracto tomando del libro Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

2.1 Definición y delimitación del problema

Consiste en la determinación de lo que se desea investigar a partir de una idea, sin importar el enfoque a seguir. Las ideas constituyen un primer acercamiento ya sea a investigaciones cualitativas, cuantitativas o mixtas. Savin-Badem y Major (2013) y Hernández-Sampieri (2014) identifican 5 variables que se consideran un motor para generar ideas de investigación:

La Inspiración basada en los intereses personales del investigador.

La oportunidad que surge cuando se tiene la facilidad de poder indagar en un tema por medio de familiares, personas cercanas o por solicitud de una empresa o centro de estudios.

La conceptualización nace de la detección de un fenómeno o problema que requiere indagarse a profundidad para conocerlo, definirlo, describirlo y/o comprenderlo.

La necesidad de cubrir “huecos de conocimiento” que se hayan detectado ya sea porque no se han explorado o sean temas poco estudiados en su contexto.

La necesidad de resolver una problemática que puede ir desde problemas como el calentamiento global, mejorar la cultura organizacional de una empresa, el diseño de máquinas más eficientes, etc.

2.2 Definición de objetivos

Los objetivos son enunciados claros y precisos para evitar posibles desviaciones en el proceso de investigación y deben ser posibles de alcanzarse, sirven para concretar y especificar las tareas a realizar durante la investigación.

Hay investigaciones que buscan, ante todo, contribuir a resolver un problema en especial (en este caso debe mencionarse cuál es y de qué manera se piensa que el estudio ayudará a resolverlo), y otras que tienen como objetivo principal probar una teoría o aportar evidencia empírica en favor de ella.

2.3 Justificación

Además de los objetivos es necesario justificar las razones que motivan el estudio. La mayoría de las investigaciones se efectúan con un propósito definido, no se hacen simplemente por capricho de una persona; y ese propósito debe ser lo suficientemente fuerte para que se justifique la realización. Además, en muchos casos se tiene que explicar —ante una o varias personas— por qué es conveniente llevar a cabo la investigación y cuáles son los beneficios que se derivarán de ella. El pasante deberá explicar a un comité escolar el valor de la tesis que piensa realizar, el investigador universitario hará lo mismo con el grupo de personas que en su institución aprueba proyectos de investigación e incluso con sus colegas, el asesor tendrá que explicar a su cliente las recompensas que se obtendrán de un estudio determinado, igualmente el subordinado que propone una investigación a su superior deberá dar razones de la utilidad de ésta. Lo mismo ocurre en casi todos los casos.

2.4 Antecedentes

Cuando no se tienen los conocimientos suficientes sobre el tema de investigación, se hace necesario revisar estudios, investigaciones y trabajos anteriores. Conocer sobre lo que se ha realizado en otras investigaciones ayuda a no investigar temas que ya se han estudiado a fondo, a darle mayor estructura a la idea de investigación y a seleccionar la perspectiva de la cual se abordará la investigación.

3. MARCOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Marco teórico

El Marco teórico es el resultado de los dos primeros pasos de una investigación (la idea y planteamiento del problema), ya que una vez que se tiene claro que se va a investigar, es el “manos a la obra” de la investigación. Consiste en analizar y presentar las teorías que existen sobre el problema a investigar, también incluye los trabajos e investigaciones que existen y todos los antecedentes sobre lo que se va a desarrollar como investigación. El

marco teórico se refiere a todas las fuentes de consulta teórica de que se puede disponer sobre el problema a investigar.

La función general del marco teórico es acondicionar la información científica que existe sobre lo que se va a investigar, para tener conocimiento científico nuevo, ya que nos sirve para: no cometer errores en nuestro estudio a desarrollar o a prevenirlos de ser posible, el marco teórico da guías de cómo hacer nuestro estudio o a dónde dirigirlo, da una clave o claves de referencia (marco de referencia) para ir interpretando los resultados que se vayan obteniendo en la investigación, ayuda a centrarnos en el problema estudiado y no desviarnos de él, ayuda a elaborar más adelante la hipótesis, ayudará a descubrir nuevo conocimiento científico. En general es de donde se alimentará de información el inicio de la investigación para ir dándole forma a lo que se pretende hacer.

Su importancia radica en que permite justificar, demostrar, apoyar e interpretar las hipótesis y los resultados de una investigación de forma ordenada y coherente. Además, el marco teórico ayuda a formular de una forma confiable las conclusiones de un proyecto o, en su defecto, replantear las preguntas con mayor profundidad.

Las partes de un marco teórico pueden variar dependiendo del tipo de investigación, pero, en términos generales, debería estar estructurada en las siguientes secciones básicas.

Antecedentes

Es la parte en la que se menciona el problema y todos los estudios previos que se han hecho al respecto. De esta forma, se pueden comprender mejor los abordajes anteriores y establecer una guía con respecto a la información y procedimientos disponibles para llevar a cabo la investigación.

A su vez, los antecedentes incluyen información adicional que permita comprender mejor el problema en el presente, como, por ejemplo: contexto geográfico, cultural, económico, demográfico, histórico, político, social, entre otros que sean pertinentes a los fines de la investigación.

Teoría

En términos generales, una teoría es un conjunto de proposiciones interrelacionadas capaces de explicar por qué y cómo ocurre un fenómeno. En palabras de Kerlinger y Lee (2002), la teoría constituye un conjunto de constructos (conceptos) vinculados, definiciones y proposiciones que presentan una visión sistemática de los fenómenos al especificar las relaciones entre variables, con el propósito de explicar y predecir los fenómenos.

3.2 Marco contextual

El marco contextual se puede definir como aquel que determina específicamente la descripción del sector, organización y/o lugar en donde se realiza la investigación; lo cual determina el paso práctico para focalizar lo que se desea evidenciar.

El marco contextual, también es conocido como parte del planteamiento del problema. Para efectos de la investigación se le observa y se adopta ser una guía de la tarea y proceso de investigación; lo anterior con la intención de dar seguimiento congruente y específico a lo que se desea investigar; por ello resulta ser una parte integral de la investigación que se realiza.

Es una de las fases que se determina por su importancia de interpretación interesante dentro de un trabajo de investigación. Permite delinear el reflejo de lo que el investigador ha encontrado en la teoría, pero desde lo práctico; es necesario en este caso evidenciar el planteamiento del problema que se ha realizado.

Características del marco contextual

Demarca el espacio: El ámbito del marco contextual corresponde al espacio en el cual se desarrolla la investigación. Este espacio puede ser geográfico, temporal o una combinación de ambos.

Así, este ámbito define claramente al proyecto o tesis como únicos. En ocasiones, puede coincidir con el de investigaciones anteriores, pero al final debe mostrar aspectos no considerados anteriormente.

Depende de los objetivos: El marco conceptual se debe definir de acuerdo con los de del proyecto o de la tesis. Esto sucede pues contexto puede significar cosas diferentes, como un equipo o grupo en particular, una organización, comunidad, sociedad, país, cultura y otros. Incluso, puede referirse a una combinación de algunas de estas instancias.

Da sentido a proyecto o tesis: El marco contextual es de suma importancia pues es lo que da sentido a la investigación. En otras palabras, este ayuda a dar forma a un proyecto o tesis.

Va de lo general a lo particular: Se acostumbra que la contextualización se lleve a cabo describiendo los aspectos globales en primera instancia. Luego, se destacan los aspectos más particulares del contexto.

Dado su carácter multidimensional, conviene que se traten todos los aspectos de manera completa, pero concisa.

3.3 Marco legal

Este se refiere a las bases legales que sustentan su objeto de estudio y se debe comenzar por hacer referencia a las Leyes según la pirámide de Kelsen:

1. Artículos de la Constitución que se refiere al tema investigado y análisis de los mismos.
2. Convenios o tratados internacionales que se refieren al tema investigado y análisis de los mismos.
3. Leyes Orgánicas relacionadas con el tema investigado y análisis de los mismos.
4. Leyes ordinarias relacionadas con el tema investigado y análisis de las mismas.
5. Decretos, providencias, resoluciones, o sentencias relacionadas con el tema investigado y análisis de los mismos.
6. Políticas Públicas de Organismos tanto nacionales como internacionales que tienen disposiciones o normativas relacionadas con el tema de estudio.

4. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Definición del tipo de estudio

Los estudios de investigación son un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican a un fenómeno o problema. El presente estudio se realizará bajo

un enfoque de investigación mixto, el cual es la combinación de la utilización del enfoque cualitativo y cuantitativo.

El enfoque cuantitativo se utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base a la medición numérica y análisis estadístico de variables, con el fin de establecer pautas de comportamiento o teorías, mientras que el enfoque cualitativo utiliza dicha recolección para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación.

4.2 Determinación de la población y la muestra del objeto de estudio

La determinación de la muestra y la población es una característica de los estudios de investigación cuantitativa y cualitativa, que también debe incluirse cuando se realizan estudios mixtos.

“Muestrear” es el acto de seleccionar un subconjunto de un conjunto mayor, universo o población de interés para recolectar datos a fin de responder a un planteamiento de un problema de investigación.

Al momento de determinar la muestra en una investigación se toman dos decisiones fundamentales:

1. La manera de cómo van a seleccionarse los datos (participantes, eventos, episodios, organizaciones, productos, etc.)
2. El número de casos a incluir (tamaño de la muestra)

Para la selección de las muestras mixtas se deben considerar: el muestreo probabilístico con la aproximación cuantitativa y el muestreo guiado por razones con la aproximación cualitativa, sin embargo, en la realidad es que en diversas ocasiones el muestreo se toma en base a los recursos con los que se dispone, la oportunidad y el tiempo.

Creswell (2013a), Morgan (2013), Onwuegbuzie y Collins (2007), y, sobre todo, Teddlie y Yu (2007), han identificado cuatro estrategias de muestreo mixto esenciales:

1. Muestreo básico para métodos mixtos
2. Muestreo secuencial para métodos mixtos (para diseños secuenciales)
3. Muestreo concurrente para métodos mixtos (para diseños en paralelo)
4. Muestreo por multiniveles para métodos mixtos (para diseños anidados)

El presente estudio se realizará, por facilidad, con una elección de una muestra aleatoria de tamaño razonable y una pequeña muestra por propósito ⁵

4.3 Selección de métodos e instrumentos

Una vez determinadas las muestras se determina el instrumento de recolección de datos con el fin de diagnosticar el problema en cuestión, para el diseño de los instrumentos se realizará por medio del cuestionamiento de los indicadores, objetivos, preguntas de investigación y resultados esperados.

⁵ Esta clase de muestreo el investigador no sólo escoge a las personas que estén disponibles, sino que utiliza su juicio e información previa para seleccionar la muestra que él piensa va a proveer la data que ellos necesitan.

Tabla 7 Tabla de Indicadores para la recopilación de datos claves de información

Objetivo	Pregunta de investigación
Objetivo 1	Pregunta 1
Objetivo 2	Pregunta 2
Objetivo 3	Pregunta 3
Objetivo n	Pregunta n

Nota: Elaboración propia.

El cuadro anterior servirá como una guía para la realización de los cuestionarios necesarios para la obtención de la información primaria durante la investigación de mercado.

5. EJECUCIÓN

5.1 Recolección de los datos

El tipo de datos a utilizar deben ser especificados por el investigador, sin embargo, al tratarse de una investigación mixta deben considerarse tanto datos cualitativos como cuantitativos. Muchos de los datos recolectados por los instrumentos más comunes pueden ser codificados como números y también analizados como texto o ser transformados de cuantitativos a cualitativos y viceversa.

Los instrumentos a utilizar siguen una metodología preestablecida y una ficha técnica donde se especifican la ubicación de las fuentes de información, el lugar de la aplicación, el equipo a utilizar, y otros datos de relevancia en función del instrumento.

5.2 Tratamiento de los datos para el análisis

Una vez recolectados los datos, es necesario hacer el tratamiento de la información como paso preliminar al análisis, para ello será necesario identificar incongruencias, omisiones o errores si los hubiese, y enmendarlos si es necesario para asegurar el grado de confianza y la calidad de la información obtenida con el fin de seleccionar solo aquella que se podrá incluir en el informe de investigación o identificar la información que deberá corregirse o excluirse en función de su deficiencia, pudiendo incluso hacer una nueva recolección de información de ser necesario.

5.3 Análisis de los datos

El análisis de los datos se realizará mediante los procedimientos estandarizados y cuantitativos de la estadística descriptiva e inferencial como podrían ser el cálculo de porcentajes, medias aritméticas, correlaciones, ponderaciones, pruebas de significación, etc., mediante el uso de software informático.

Los datos cualitativos se analizarán mediante la codificación, integrando y sintetizando la información de tipo verbal, narrativa o no numérica. En algunos casos podría ser necesario un análisis combinado de datos tanto cuantitativos como cualitativos.

Los datos por si solos no brindan información alguna, por lo que será necesaria una interpretación haciendo una explicación de las observaciones, las aseveraciones que se planteen en la investigación se compararán con el análisis de los datos obtenidos mediante la información primaria y secundaria lo que llevará a la confirmación o des confirmación de estas aseveraciones.

Se realizarán por último una comparación o relación de los resultados con lo encontrado en la revisión bibliográfica, así como de los conocimientos, experiencias y el mercado de referencia de la investigación.

6. PLANIFICACIÓN DEL ESTUDIO

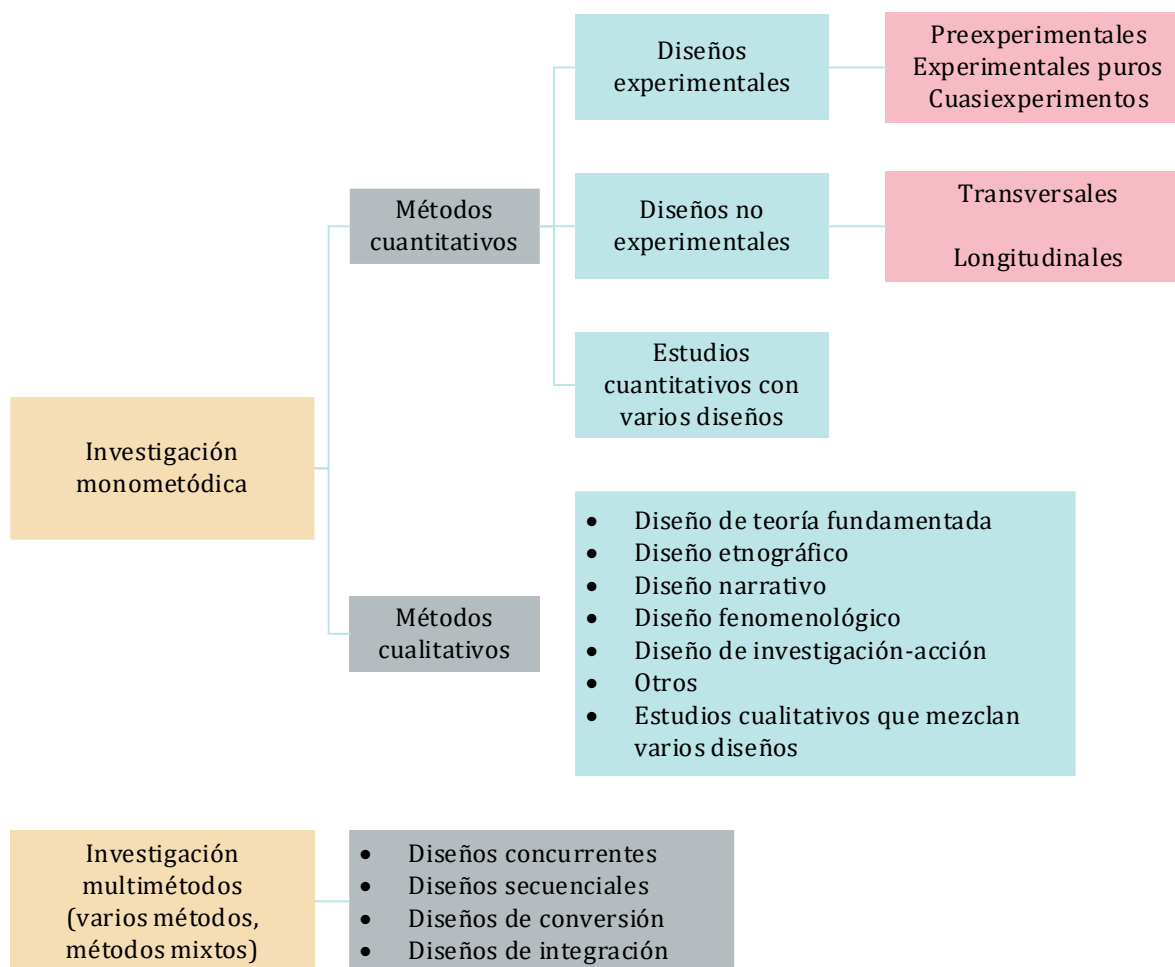
Diagrama 2 Diagrama de Planificación del Estudio



Nota: Elaboración propia

7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Diagrama 3 Tipos de Diseños descritos por Hernández-Sampieri y Mendoza (2008)



Nota: Extracto tomando del libro Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.

7.1 Descripción del diseño de la investigación

Para situar la investigación dentro del espectro de clases de investigación y diseños, la figura anterior hace referencia a la tipología propuesta por Hernández-Sampieri y Mendoza (2008). Para la presente investigación se hará uso del método mixto como se ha señalado anteriormente.

En la realidad, cada estudio mixto implica un trabajo único y un diseño propio, por lo que resultará una tarea más “artesanal” el diseño de la investigación; sin embargo, se han identificado modelos generales que combinan ambos métodos (cualitativo y cuantitativos), y que sirven de guía para la construcción y desarrollo del diseño, por lo que se partirá de un diseño mixto general y luego se desarrollará un diseño específico para el estudio.

Los diseños generales pueden clasificarse, en función del cual método tiene mayor prioridad o peso y en función de la secuencia o tiempo de los componentes.

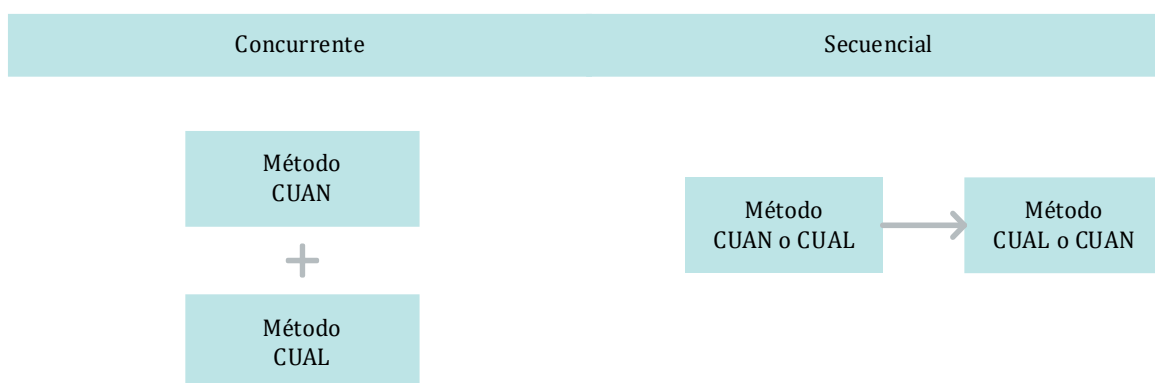
7.2 Prioridad o peso

Este elemento se refiere a establecer cuál de los dos métodos tendrá mayor peso en el estudio, o bien, si ambos poseerán la misma prioridad. Para el caso de esta investigación, el método cuantitativo tendrá mayor peso sobre el cualitativo debido a la propia naturaleza de los estudios de factibilidad.

7.3 Secuencia o tiempos de los métodos o componentes

Al elaborar la propuesta y concebir el diseño mixto, se necesita tomar en cuenta los tiempos de los métodos del estudio, particularmente en lo referente al muestreo, recolección y análisis de los datos, así como a la interpretación de resultados. En este sentido, los componentes o métodos pueden ejecutarse de manera secuencial o concurrente (simultáneamente).

Diagrama 4 Tiempos de los métodos de investigación



Nota: Extracto tomando del libro Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.

Ejecución Concurrente

En esta tipología, se aplican tanto el método cuantitativo como el cualitativo simultáneamente, es decir los datos se recolectan y analizan aproximadamente al mismo tiempo.

Los diseños concurrentes implican cuatro condiciones (Onwuegbuzie y Johnson, 2008):

1. Se recaban en paralelo y de forma separada datos cuantitativos y cualitativos.
2. Ni el análisis de los datos cuantitativos ni el análisis de los datos cualitativos se construye sobre la base del otro análisis.
3. Los resultados de ambos tipos de análisis no son consolidados en la fase de interpretación de cada método, sino hasta que ambos conjuntos de datos han sido recolectados y analizados de manera separada.
4. Después de la recolección de los datos e interpretación de resultados de los componentes CUAN y CUAL, se establecen una o varias “metainferencias⁶” que integran los hallazgos, inferencias y conclusiones de ambos métodos y su conexión o mezcla.

⁶ Normalmente se tienen tres tipos de inferencias en la discusión de un reporte de investigación mixta: las propiamente cuantitativas, las cualitativas y las mixtas, a estas últimas se les denomina metainferencias.

Ejecución Secuencial

En esta tipología, se recolectan y se analizan primeramente datos cuantitativos o cualitativos, y en una segunda fase se recaban y analizan los datos del otro método.

En los diseños secuenciales, los datos recolectados y analizados en una fase del estudio se utilizan para informar a la otra, aquí el análisis comienza antes de que todos los datos sean recabados.

Ejecución de conversión

Los datos ocupados en este tipo de estudios, implican una transformación de la información para su análisis, donde un tipo de dato es convertido en otro (cualificar datos cuantitativos o cuantificar datos cualitativos) y luego se analizan ambos conjuntos de datos bajo un análisis tanto cuantitativo como cualitativo.

Ejecución de integración

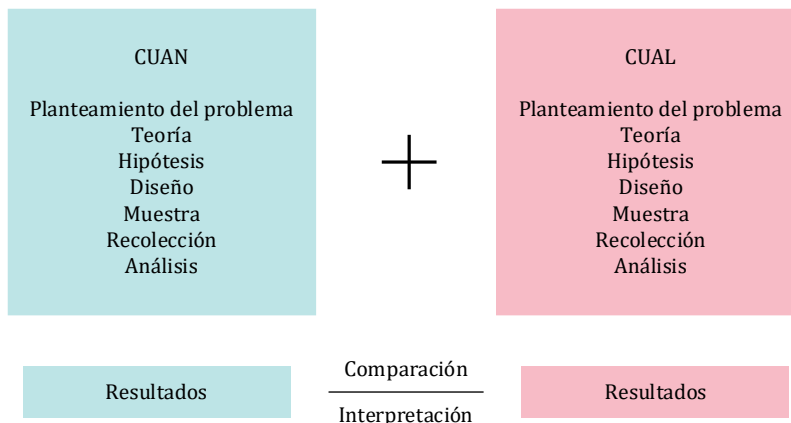
La combinación entre ambos enfoques en una investigación puede darse en varios niveles. En algunas situaciones esta combinación puede ocurrir durante todo el proceso de investigación, llamada por Hernández-Sampieri y Mendoza (2008) como diseño diseños mixtos de integración de procesos y representan el más alto grado de integración de los enfoques cualitativos y cuantitativos.

7.4 Tipo de investigación

Debido a la característica de la investigación mixta es necesario aclarar el tipo de investigación a ejecutar, recordando qué las investigaciones mixtas no tienen un diseño establecido y que puede variar según cada investigador, por lo que para esta investigación se tomara como modelo el Diseño de Triangulación Concurrente (DITRIAC).

En este modelo se recolectan y analizan de manera simultánea los datos cualitativos y cuantitativos sobre el problema de investigación en aproximadamente el mismo tiempo.

Diagrama 5 Características del DITRIAC



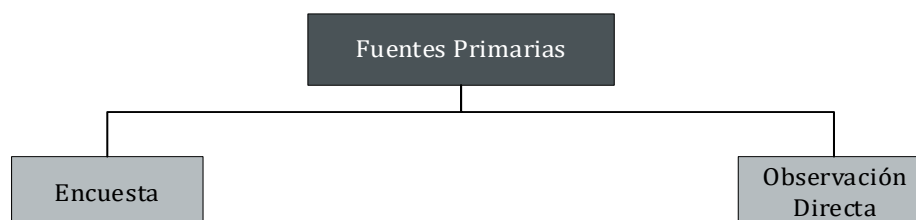
Nota: Extracto tomando del libro Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.

7.5 Fuentes de Información

7.5.1 Fuentes de Información Primaria

Para realizar la recolección de información para el estudio se utilizarán las siguientes herramientas de investigación:

Diagrama 6 Tipos de fuente de información a utilizar durante la investigación



Nota: Elaboración propia

Tabla 8 Descripción de las técnicas de investigación

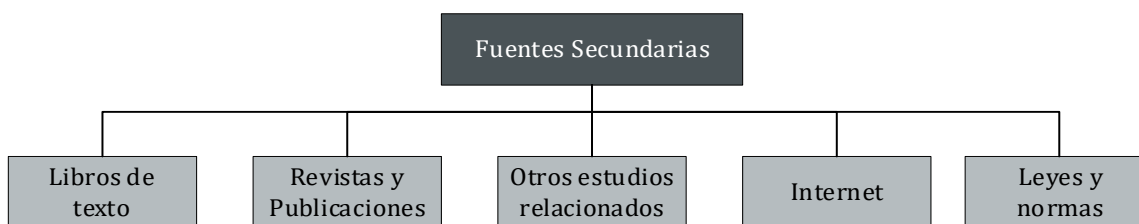
MERCADO	TÉCNICA	HACIA QUIEN VA DIRIGIDO
CONSUMIDOR	Entrevistas con clientes potenciales	La entrevista con clientes potenciales está dirigida a empresas distribuidoras de energía donde se podrá recolectar información necesaria para conocer las necesidades del mercado, así como determinar el interés en otros servicios que el laboratorio podría brindar a mediano o largo plazo.
	Entrevistas con expertos	Se realizarán entrevistas con expertos en el área de suministro de energía para conocer la necesidad e importancia de la existencia de laboratorios de potencia en el país.
	Entrevista con personal de laboratorio	Se realizarán entrevistas con el personal esencial del laboratorio para conocer aspectos como el recurso humano disponible, el perfil de los laboratoristas y otras necesidades del recurso humano, maquinaria, equipo e infraestructura.
COMPETIDOR	Cliente Misterioso.	Con el empleo de la técnica se obtendrá información relacionada los servicios ofrecidos por la competencia, su locación, sus estrategias para promocionar sus servicios y elementos de fidelización de los clientes.
PROVEEDOR	Investigación informatizada.	Se recopilará información obtenida a través de sitios web, foros, blogs, bases de datos, entre otros.

DISTRIBUIDOR	Entrevistas a expertos	Se realizarán entrevistas a expertos en el área de equipo de potencia eléctrica para determinar los canales, equipos y medios más adecuados para el transporte de los equipos analizados en el laboratorio.

Nota: Elaboración propia

7.5.2 Fuentes de Información Secundaria

Diagrama 7 Fuentes secundarias a utilizar durante la investigación



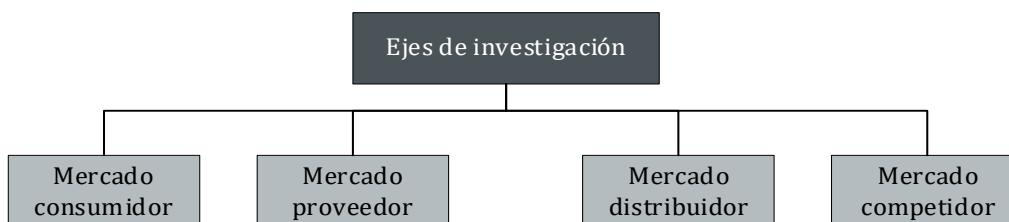
Nota: Elaboración propia

La información secundaria será de utilidad cuando la información primaria sea escasa o inexistente, para ello se tomarán en cuenta los siguientes medios de información:

- Leyes y normativas de la Universidad de El Salvador
- Leyes y normativas de la Republica de El Salvador
- Buenas prácticas en laboratorio de potencia o de alta tensión
- Medios electrónicos de internet (libros de texto, revistas, publicaciones, tesis, páginas web etc.)

7.5.3 Ejes de la investigación

Diagrama 8 Ejes de la investigación enfocados en el estudio de mercado del laboratorio



Nota: Elaboración propia

Tabla 9 Descripción de los ejes de la investigación

MERCADO CONSUMIDOR
Se realizan entrevistas hacia las empresas distribuidoras de energía para conocer sus preferencias, intenciones, capacidades de pago etc. Y así poder determinar el perfil de los usuarios a los que tendrán que ser orientados todos los esfuerzos de la prestación del servicio.
MERCADO COMPETIDOR

Se hará uso de fuentes secundarias y observaciones los cuales brinden la información necesaria para determinar todos los productos que sean competencia directa o indirecta, los métodos de comercialización y/o canales más utilizados por las competencias, para así de esta manera plantear estrategias competitivas que mejoren el servicio.

MERCADO PROVEEDOR

Se realizarán entrevistas para determinar cuál es la capacidad de las empresas para poder proveedor al laboratorio de maquinaria, equipo, repuestos, mantenimiento e insumos necesarios con el fin que este pueda seguir operando sin problemas.

MERCADO DISTRIBUIDOR

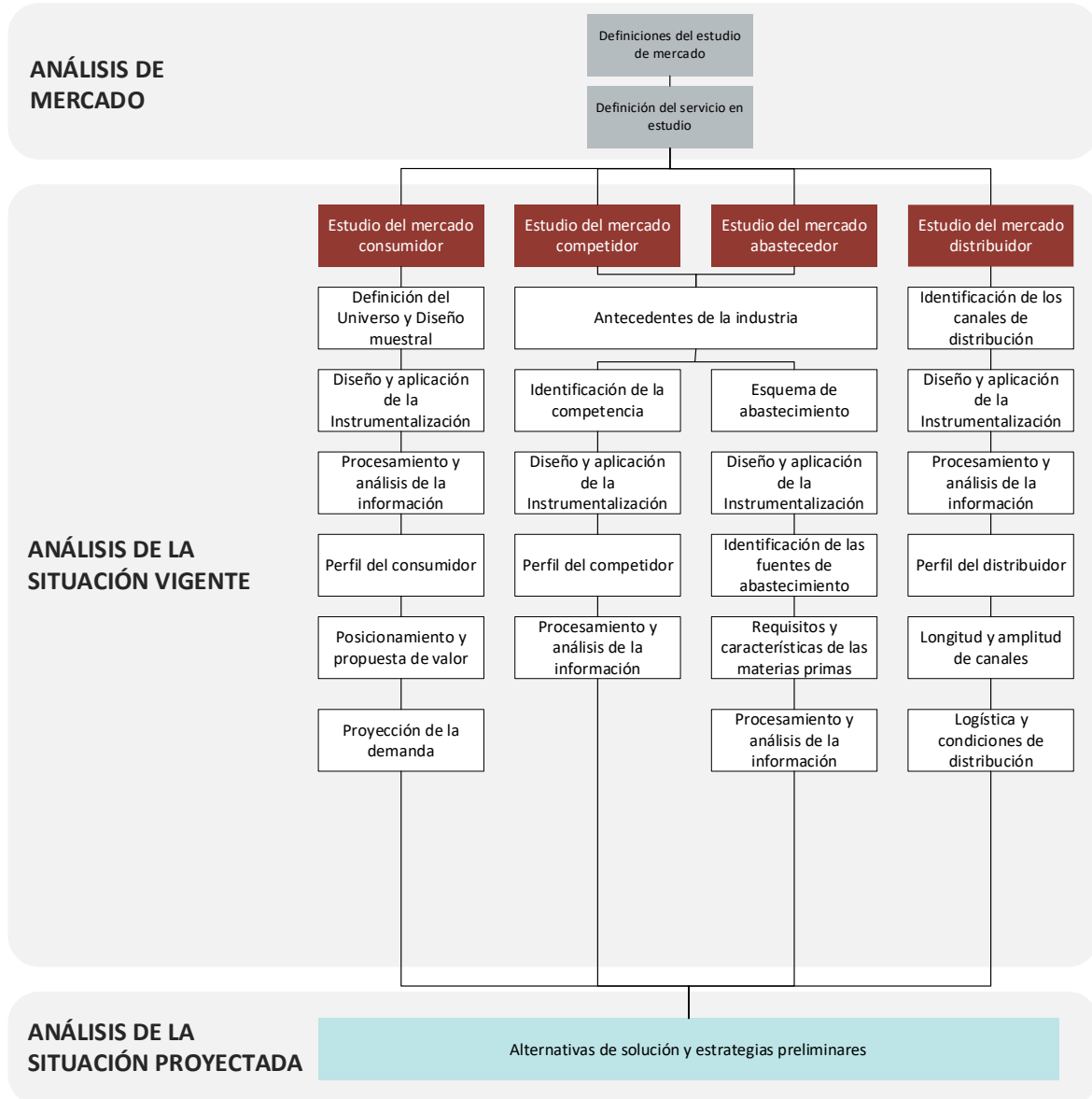
Se realizarán entrevistas con las cuales se buscará determinar los diferentes canales de distribución utilizados para el transporte de los equipos analizados en el laboratorio, métodos y medios de transporte más comúnmente utilizados.

Nota: Elaboración propia

CAPITULO III: DIAGNÓSTICO

1. GENERALIDADES DEL DIAGNÓSTICO

Diagrama 9 Metodología para la investigación de Mercado



Nota: Elaboración propia

1.1 Definición Estudio o Investigación de Mercado

¿Qué es una investigación de mercado?

Es el diseño, la obtención, análisis y la presentación sistemática de datos y descubrimientos pertinentes para una situación de marketing específica que enfrenta la empresa. - Philip Kotler. En los estudios de mercado se produce un diseño, es decir, conlleva a una serie de pasos preestablecidos para su ejecución, cuyo objetivo es la obtención de información

pertinente para que la empresa pueda usarla para tomar decisiones dentro del mercado que se está estudiando.

Surge de la necesidad de las empresas de ser más competitivas, entender mejor a sus mercados y mejor a sus consumidores, mejorar sus productos y conocer qué diferencia sus productos de la competencia y para eso necesita unos recursos (datos) proporcionados por la investigación de mercado.

Se debe aclarar que la investigación de mercado no da como resultado una solución o la respuesta de un problema, sino datos con gran valor por ser objetivos, con los cuales se tomarán aquellos que son más relevantes y con estos tomar una decisión.

1.1.1 Objetivos de las Investigaciones de Mercado

El principal objetivo de las investigaciones de mercado es establecer un punto de partida con información verídica con el fin de analizar los problemas de la empresa y encontrar las mejores soluciones posibles de acuerdo a los recursos con los que dispone la organización.

Dentro de los estudios de mercado existen dos agentes:

1. **El decisor de mercado** con problemas que surgen de entablar relaciones con sus consumidores o clientes.
2. **El investigador de mercado** tiene el reto de entender lo que necesita el decisor y en función de eso plantear una serie de preguntas abiertas con diferentes opciones y que les permita tener una serie de datos que el decisor pueda interpretar y tomar una decisión.

Los objetivos de las investigaciones de mercado se concentran en 4 grupos:

- Conocer al consumidor
- Disminuir riesgos
- Informar y analizar la información
- Conocer a la competencia y el mercado

El objetivo fundamental de la investigación de mercados es el suministrar información neutral, no datos, al proceso de toma de decisiones a nivel gerencial.

1.1.2 Importancia de una investigación de mercado.

Permite reducir la incertidumbre, el riesgo de cualquier nueva decisión que se tenga que hacer, descubre nuevas oportunidades de mercado y disminuye los riesgos de la propia actividad comercial. La investigación de mercado ofrece el salvavidas que les permite mejorar la toma de decisiones a las empresas.

1.1.3 Tipos de investigación de mercado

IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

• Potencial de mercado • Imagen • Participación de mercado • Características del mercado • Tendencias de las ventas • Comportamiento del consumidor	• Investigación de segmentación • Investigación de producto • Investigación de precios • Investigación de promoción • Investigación de distribución

Los estudios de mercado sirven para 3 cosas:

- Son instrumentos para la planificación
- Son instrumentos para la ejecución
- Son instrumentos de control (si lo que nosotros pensamos es lo que sucede)

1.1.4 Limitaciones en las investigaciones de mercado

Económico: Problemas de carácter económico a la hora de financiar o encontrar recursos para realizar la investigación (no se tiene el dinero necesario).

Tiempo: Muchas veces la información se necesita ya. A veces la toma de decisiones necesita información nueva y la información como tal no existe, en otros casos la fuente secundaria no existe; en estos escenarios se prioriza la capacidad de obtener la información lo más rápido posible.

Capacidad técnica: Se debe contar con personas capaces de realizar la investigación, algunos estudios necesitarán psicólogos, sociólogos, programadores o técnicas modernas como neuromarketing que necesiten de neurocirujanos, por ejemplo.

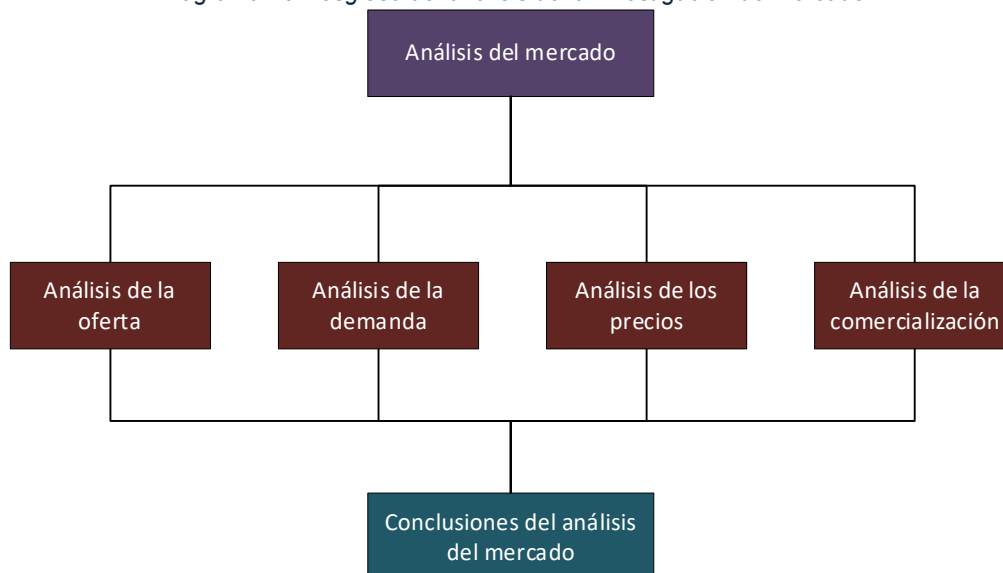
1.1.5 Estructura del Estudio de Mercado

La investigación de mercados debe proporcionar información que sirva de apoyo para la toma de decisiones como se mencionó anteriormente, es por eso que el análisis de la información debe categorizarse en cuatro segmentos

1. Análisis de la oferta
2. Análisis de la demanda
3. Análisis de los precios
4. Análisis de la comercialización

Esta información, se integra a otros cuatro estudios que se enfocan en el análisis del mercado consumidor, competidor, abastecedor y proveedor.

Diagrama 10 Desglose del análisis de la investigación de mercado



Nota: Elaboración propia

1.1.6 Definición del Servicio

El laboratorio de Potencia de la FIA prestará servicios especializados al sector eléctrico en el campo de ensayos normalizados sobre verificación de calidad a transformadores de potencia, pruebas de impulso tipo rayo al aislamiento de equipos y elementos de potencia, capacitación y desarrollo de actividades de investigación e innovación.

1.1.7 Definición de Mercado Consumidor

El mercado consumidor se entiende como la población que, a partir de la oferta y la demanda, busca satisfacer sus deseos y necesidades a través de un producto o servicio en un contexto social, económico y geográfico para un determinado rubro.

Es el análisis de la demanda, permite entender las necesidades de los consumidores, requerimientos que tiene el servicio; para analizar la demanda se necesita herramientas de investigación como son: investigación estadística e investigación de campo.

Los consumidores se definen como aquellas empresas interesadas en los servicios de laboratorio de potencia, las cuales son, empresas encargadas de distribuir energía y que necesiten el uso de pruebas componentes y equipos relacionados a la potencia eléctrica.

El análisis de los precios permite establecer el valor en el mercado de los productos o servicios para así determinar los niveles de ingresos que el proyecto genera al ejecutarlo.

1.1.8 Definición de Mercado Competidor

Según Kotler (1991) el mercado competidor son las compañías e individuos que se desenvuelven en el mismo ramo, produciendo un mismo producto, u otro que lo remplace, en este sentido los mercados a los que se enfrenta una empresa pueden ser directos, indirectos o sustitutos.

Para este estudio, los competidores son todas aquellas empresas ubicadas de México a Panamá que ofrecen servicios iguales o sustitutos a los servicios que el laboratorio está en

condiciones de ofrecer, servicios como pruebas de alta tensión a sistemas de aislamiento en equipos de alta tensión y/o empresas que no son laboratorios, pero ofrecen servicios de mantenimiento a equipos de alta tensión.

1.1.9 Definición de Mercado Distribuidor

El mercado distribuidor está formado por aquellas empresas intermediarias que entregan los productos/servicios de los productores a los consumidores. En función del proyecto que se analice la distribución jugará o no un papel relevante.

También se le conoce como mercado distribuidor a la disponibilidad de un sistema que garantice la entrega oportuna de los productos al consumidor, los costos de distribución, son determinantes en el precio al que llegarán los productos al consumidor y por lo tanto, en la demanda que deberá enfrentar el proyecto.

Para este estudio, se entiende por mercado distribuidor la factibilidad de los tipos de canales de distribución que ayuden al transporte de los equipos de prueba desde el cliente al laboratorio y del laboratorio hacia el cliente.

1.1.10 Definición de Mercado Abastecedor

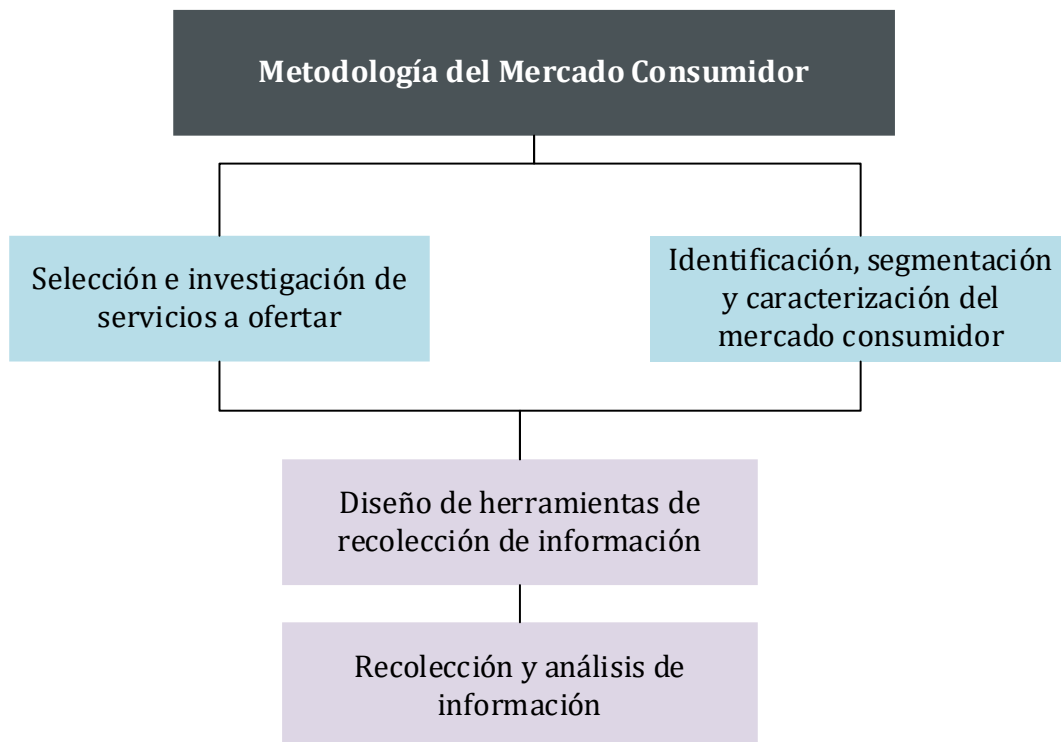
El mercado abastecedor está conformado por aquellas empresas que cubren las necesidades de la empresa en función de los suministros que necesita para el funcionamiento operativo y administrativo del servicio.

Para este estudio, se entiende como el suministro de equipos e insumos para la realización de las pruebas de alta tensión y servicios básicos necesarios para llevar a cabo actividades administrativas del laboratorio.

2. MERCADO CONSUMIDOR

2.1 Metodología General del Estudio del Mercado Consumidor

Diagrama 11 Metodología general del estudio de mercado para las empresas de distribución de energía



Nota: Elaboración propia

En el capítulo anterior se habló sobre la metodología a utilizar, por lo que la investigación partirá de la identificación y selección de los servicios a ofertar por el laboratorio basado en conjunto con la identificación, segmentación y caracterización del mercado de consumo, esta información será necesaria para realizar el diseño de las herramientas de recolección de información, finalizada esta etapa se procederá a la recolección de información del mercado consumidor y el análisis de la información obtenida.

2.2 Fuentes de Información

Como se detallado en el capítulo anterior, se hará uso de fuentes primarias y secundarias para el desarrollo de la investigación.

Fuentes Primarias, la información cualitativa y cuantitativa serán proporcionadas por:

1. Empresas distribuidoras de energía eléctrica ubicadas en El Salvador, por medio de una entrevista dirigida a este segmento.
2. Entrevista a expertos docentes del área de Potencia Eléctrica o Alta Tensión.
3. Entrevistas a expertos que trabajan en el área de Potencia Eléctrica o Alta Tensión en El Salvador.

Fuentes secundarias, la información requerida para fundamentar la investigación primaria se obtendrá por medio de las siguientes fuentes:

1. Páginas web de empresas y organizaciones que realicen ensayos de prueba de alta tensión mediante impulsos de rayo para la verificación de respuesta a sistemas de aislamiento.
2. Páginas web de empresas y organizaciones que realicen mantenimiento del aislamiento a equipos o elementos de alta tensión.

2.2.1 Técnicas De Investigación

Entrevista no estructurada para empresas distribuidoras y transmisoras de energía eléctrica en El Salvador.

La entrevista a empresas distribuidoras y transmisoras requerirán de una guía de investigación utilizada por el equipo de investigadores, que contendrá los ítems de cada pregunta para la recolección de la información y de esta manera se facilite el análisis posterior y realizar los hallazgos obtenidos por medio de los entrevistados. Estas entrevistas se realizarán de forma directa, en algunos casos de manera presencial y otros de forma virtual en conformidad con el tiempo y lo establecido por los entrevistados, el entrevistado siempre conocerá el fin de la entrevista y la forma en cómo será utilizada la información proporcionada.

Entrevista no estructurada para expertos en la enseñanza en el área de potencia eléctrica o alta tensión a nivel local.

La entrevista para expertos en la enseñanza busca la creación de herramientas necesarias para la posterior realización a las entrevistas al mercado consumidor, su finalidad es conocer más sobre el área, las necesidades internas del laboratorio y el alcance de lo que se puede ofrecer con los recursos disponibles en el momento de la entrevista.

Entrevista no estructurada para expertos que trabajan en el área de potencia eléctrica o alta tensión a nivel local.

La estrategia de las entrevistas a personal experto en el área de alta tensión, persigue identificar las perspectivas de los trabajadores con respecto a las necesidades en la industria sobre la aplicación de ensayos de prueba de alta tensión mediante impulsos de rayo para la verificación de respuestas a sistemas de aislamiento y otros servicios que las empresas podrían estar interesados en recibir, así como aspectos técnicos de los equipos y elementos de alta tensión.

2.3 Universo

La segmentación del mercado permite al estudio de mercado identificar la porción de la población en estudio que tiene mayor interés en los servicios que se pretenden ofrecer y generar ventajas competitivas basados en estos perfiles adaptando los servicios a las características de este mercado.

En búsqueda de esta segmentación, se definirán los usuarios finales del Laboratorio de Potencia de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, esto obedece a la necesidad de identificar los requerimientos tecnológicos exigidos por las empresas de distribución de energía eléctrica, las necesidades del sector en el área de investigación y las pautas metodológicas empleadas en los centros de educación superior para la enseñanza con este tipo de tecnologías.

Dicho lo anterior, el segmento de usuarios de los servicios ofertados por el laboratorio está conformado por:

- Empresas de distribución de energía.
- Docentes y personas interesadas en el área de investigación en pruebas de alta tensión mediante impulsos de rayo.
- Estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de El Salvador.

Para el estudio de mercado consumidor se discriminará al grupo conformado por estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica por lo que en su lugar, se consultará a segmentos relacionados a la enseñanza del equipo disponible en el Laboratorio de Potencia y del sector de distribución de energía eléctrica, llamado a partir de este momento “sector de interés” que ofrezcan información respecto a los servicios en el área de alta tensión y metodologías de enseñanza empleadas en este tipo de laboratorios.

Lo anterior, se debe a que la población estudiantil no arrojaría datos sobre los requerimientos para la enseñanza que hagan uso del equipo con el que cuenta la escuela de ingeniería eléctrica para el laboratorio, ni de las necesidades en el mercado respecto a los servicios que podría buscar el laboratorio para satisfacer una demanda o la búsqueda de nuevos segmentos de mercado potenciales. Será a través de consultas con el sector por medio de la empresa privada y los expertos en el sector de interés que se establecerán los requerimientos en el área de producción del servicio y desarrollo de nuevos productos, así como las estrategias para el uso del laboratorio compartidas por profesionales con alta experiencia en el área.

El segmento de interés para este estudio de mercado consumidor se dividirá en los siguientes grupos:

1. Personal Académico que tenga una relación directa con el Laboratorio de Potencia.
2. Empresas de distribución de energía eléctrica en El Salvador.

2.3.1 Plan de muestreo

Debido al tamaño del universo, para el plan de muestreo se seleccionarán las empresas que forman parte del mismo universo como tamaño de la muestra, las cuales son las distribuidoras categorizadas como grandes empresas localizadas en el país, el personal encargado y/o autoridades encargadas del laboratorio.

2.4 Selección preliminar de los servicios a ofertar

Antes de iniciar con el estudio del mercado consumidor y de definir los instrumentos de recolección de información, se llevará a cabo una preselección de los servicios que puede ofrecer el Laboratorio de Potencia de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, esto con el fin de presentar a los consumidores potenciales una selección que agilice el proceso de recolección de información, serán los consumidores quienes definan las diferentes opciones de servicios de acuerdo a las necesidades que estas tengan y asegurar la factibilidad de mercado del laboratorio y el establecimiento de estrategias para asegurar su funcionamiento.

Para recopilar la información sobre los servicios prestados por los Laboratorios de Potencia, se buscarán los servicios prestados por otros laboratorios ubicados alrededor del continente americano y otros laboratorios seleccionados en Europa, creando así una lista de servicios que son ofertados por la mayor parte de laboratorios.

2.4.1 Caracterización de servicios

A pesar de que existen laboratorios de potencia que ofrecen una variedad amplia de servicios, es necesario realizar una discriminación previa antes de la construcción preliminar de los servicios, asegurando que los servicios seleccionados, sean no solo factibles en el entorno técnico, tecnológico, social, sino que también sean compatibles con en el entorno económico y el contexto en el que se desarrolla la industria en El Salvador.

Para realizar lo anteriormente mencionado se tomará como referencia las tipologías de laboratorios de alta tensión siguiendo el planteamiento por M. S Naidu y V. Kamaraju, donde se caracterizan los tipos de laboratorio de potencia dependiendo del propósito de la construcción, equipamiento y recursos disponibles.

De acuerdo con la clasificación anterior, el laboratorio se define como un *laboratorio pequeño*, donde priman los siguientes 3 tipos de servicios:

1. Realización de ensayos: Servicios ofrecidos por el laboratorio relacionados al desarrollo de pruebas a alta tensión en equipos de sistemas de transmisión tales como: transformadores, pararrayos(arresters), aisladores, cables, condensadores, etc.
2. Realización de investigaciones: algunos tipos de investigaciones (no obligatoriamente todas) que un laboratorio de potencia puede realizar:
 - a. Fenómenos de ruptura en medios aislantes como gases, líquidos, sólidos o sistemas compuestos.
 - b. Tensiones soportadas en lapsos largos, estudios de flameo superficial con especial referencia a los equipos y materiales utilizados en los sistemas de potencia.
 - c. Estudios de interferencias eléctricas debido a descargas de equipo que funcionan a altos voltajes.
 - d. Estudios de coordinación de aislamiento en alta tensión, y
 - e. Fenómenos de alta tensión como arcos eléctricos y plasma.
3. Educación: Cursos, capacitaciones y talleres dirigidos a estudiantes e interesados en la aplicación de ensayos de alta tensión.

Una breve descripción de los servicios pre seleccionados para la elaboración de los instrumentos de recolección de datos se muestra a continuación.

2.4.2 Realización de Ensayos.

Pruebas Dieléctricas

Las pruebas dieléctricas tienen un fin muy específico que es saber el estado que se encuentra el aceite antes de hacer pruebas físico-químicas, este es el primer análisis que se le debe hacer al aceite, ya que la aprobación de estos ensayos hace constar que el aceite está en buen estado, pero si una de estas no es aprobada se debe hacer un análisis más específico del análisis físico-químico.

Las pruebas dieléctricas se desarrollan mediante 3 pruebas que son:

- Rigidez dieléctrica
- Factor de potencia
- Resistividad al aceite

Ilustración 3 Probador de rigidez dieléctrica



Nota: Retomado de Google Imágenes

Pruebas Físico-Químicas

Para determinar el estado en que el aceite está operando dentro del transformador, se desarrolla un análisis Físico-Químico, el cual comprende de un conjunto de ensayos que brinda información más detallada respecto de lo que ha sucedido o puede suceder a medida que el transformador está en operación.

Las pruebas dieléctricas se desarrollan mediante las siguientes pruebas:

- Inspección visual
- Determinación de color
- Acidez, número de neutralización
- Tensión Interfacial
- Contenido de humedad
- Azufre corrosivo
- Gravedad específica
- Punto de inflamación e ignición
- Temperatura de anilina
- Viscosidad cinemática
- Inhibidor de oxidación

Ilustración 4 Equipo de prueba para comparación de color.



Nota: Retomado de Google Imágenes

Análisis cromatográfico

La cromatografía es una técnica muy utilizada en diferentes áreas de la ciencia, ya que es muy útil para separar compuestos volátiles de una muestra, aunque hay muchas y variadas técnicas de cromatografías, todas se basan en el mismo objetivo, que es de separar una sustancia que está contenida en una mezcla y para luego enviarlas a un detector para ser analizadas.

Para realizar un óptimo análisis del contenido de partículas que posee un aceite, se recomienda utilizar la cromatografía, que, para análisis de aceites, se desarrollan los siguientes:

- Análisis de gases disueltos
- Contenido de PCBs
- Análisis de Furano

Ilustración 5 Equipo Cromatógrafo



Nota: Retomado de Google Imágenes

Pruebas en Alta Tensión basadas en un generador de Impulsos Tipo Rayo.

Un impulso es una tensión o una corriente transitoria aperiódica aplicada intencionalmente que por lo general crece rápidamente hasta un valor de cresta y después decrece más lentamente hasta cero. Los impulsos con duraciones del frente hasta 20 μ s se consideran como impulsos tipo rayo.

Ilustración 6 Máquina de pruebas de Impulso en el Laboratorio de Potencia de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura en la Universidad de El Salvador.



Nota: Elaboración propia

2.4.3 Educación.

Esta área se refiere a la formación de usuarios del laboratorio en el desarrollo del uso correcto de los equipos utilizados en el laboratorio; además de enseñarle al usuario a interpretar correctamente los resultados de las pruebas agrupadas en: pruebas dieléctricas, físico-químicas, cromatográficas y pruebas de alta tensión con el generador de impulso tipo rayo de la EIE.

2.5 Criterios para la preselección de los servicios

1. **Servicios que son ofrecidos por empresas o centros de educación superior en relación a pruebas de rutina o mantenimiento, y evaluación de características eléctricas.** Debido a la importancia de ofrecer servicios al sector privado, es importante conocer lo que otras empresas ofrecen al mercado y que satisface la demanda existente en relación a las pruebas de mantenimiento que se realizan a equipos o elementos que están expuestos a la alta tensión.
2. **Servicios que son ofrecidos por empresas o centros de educación superior en relación a pruebas de alta tensión en el exterior.** La elección de servicios para la elaboración de instrumentos de recolección de información del estudio del mercado consumidor, tomará también en cuenta aquellos otros laboratorios de potencia en el exterior ofertan actualmente en el mercado internacional o en el mercado del país al que pertenece ensayos relacionados directamente a la alta tensión a la que son sometidos los equipos o elementos de potencia.
3. **Servicios ofrecidos por centros de educación superior en relación a programas de posgrado y educación continua.** Debido a que el laboratorio pertenece a la Escuela de Ingeniería Eléctrica y forma parte de la formación de ingenieros con capacidad orientada a la construcción en el área de Sistemas de Potencia, es importante tomar como referencia otros centros de educación superior para seleccionar las tecnologías que son enseñadas con mayor frecuencia.

2.6 Selección de los servicios

Para determinar la frecuencia de la prestación de los servicios antes mencionados por otros laboratorios, se tomó como referencia otros laboratorios especializados en la alta tensión ubicados en diferentes partes del mundo los cuales se presentan a continuación:

Laboratorio de Alta Tensión IEE



Ubicación: Argentina

Grupo ICE Laboratorio

El Laboratorio de Alta Tensión del Instituto de Energía Eléctrica desarrolla actividades vinculadas a las Altas Tensiones para brindar prestaciones especializadas en las áreas de: la transferencia tecnológica a la industria eléctrica y electromecánica y empresas de generación y distribución de la energía eléctrica, la investigación, docencia de grado y postgrado, y el control de calidad.

En el presente, el Grupo ICE está integrado por cuatro empresas que ofrecen soluciones de en electricidad y telecomunicaciones a los habitantes de Costa Rica: el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), que opera como casa matriz, la Compañía Nacional de



Ubicación: Costa Rica

LABE



Ubicación: Colombia

Laboratorio ABB Colombia



Ubicación: Colombia

LEME



Ubicación: Argentina

ECUATRAN



Ubicación: Ecuador

APPLUS+



Ubicación: Panamá

SIEMENS Energy

Fuerza y Luz (CNFL), Radiográfica Costarricense (RACSA) y, más recientemente, Gestión Cobro, aunque esta se enfoca en el soporte de cobro administrativo y judicial a sus tres empresas hermanas.

El Laboratorio de Ensayos Eléctricos Industriales (LABE) hace parte del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, y ha sido dotado con recursos humanos y técnicos únicos en el país, en los sectores de energía renovable, iluminación, alta tensión y metrología.

El Laboratorio de Alta Tensión del Instituto de Energía Eléctrica desarrolla actividades vinculadas a las Altas Tensiones para brindar prestaciones especializadas en las áreas de: la transferencia tecnológica a la industria eléctrica y electromecánica y empresas de generación y distribución de la energía eléctrica, la investigación, docencia de grado y postgrado, y el control de calidad.

Los LEME, constituyen un conjunto de laboratorios integrados a efectos de satisfacer una amplia gama de requerimientos del sector energético eléctrico.

Conformado por un núcleo básico de cuatro laboratorios (Potencia, Aislantes, Impulsos de Corriente, Mediciones Eléctricas y Contrastes).

Empresa de fabricación de transformadores eléctricos. Ofrecen servicios de mantenimiento predictivo y preventivo en sitio de los transformadores. Mantenimiento correctivo en planta.

Diseño, construcción e implementación de proyectos electromecánicos especiales.

Applus+ es una de las empresas en el sector de inspección, ensayos y certificación. Posee más de 25.000 empleados. La división de Panamá ofrece servicios de: inspección industrial y medioambiental, asistencia técnica, ensayos no destructivos (END), servicios de selección y provisión de personal cualificado. Laboratorios multidisciplinarios de ensayos y desarrollo de producto.

Siemens Energy es una empresa multinacional de energía formada por la antigua división de Gas y Energía del grupo Siemens.



Ubicación: varios países

Ofrecen servicios en el área de transmisión y distribución de energía, generadores, tecnología para plantas de energía, turbinas y compresores.

BriTransformadores



Ubicación: Ecuador

BriTransformadores es una empresa que ofrece servicios de mantenimiento preventivo y/o correctivo de transformadores y subestaciones eléctricas, reparaciones en planta, venta y alquiler de equipos y desarrollo de planes de mantenimiento.

El siguiente cuadro presenta algunos de los servicios ofrecidos actualmente en el mercado según la cartera de servicios que ofrecen y que están alineados a los deseos de la contraparte con respecto al laboratorio, los cuales han sido puntuados del 0 al 1, siendo:

0: La empresa no ofrece la prueba/servicio.

1: La empresa ofrece la prueba/servicio

Tabla 10 Servicios ofrecidos por otros laboratorios

			Pruebas Dieléctricas			Pruebas Físico Químicas											Pruebas Cromatográficas			Pruebas de Alta Tensión		Educación			Otros		
N	Laboratorio	Pruebas o servicios	Rigidez dieléctrica	Factor de Potencia	Resistividad volumétrica	Inspección visual	Determinación de color	Acidez, número de neutralización	Tensión interfacial	Contenido de humedad	Azufre corrosivo	Gravedad específica	Punto de inflamación e	Temperatura de anilina	Viscosidad cinemática	Inhibidor de oxidación	Estabilidad a la oxidación	Análisis de gases disueltos	Contenido de PCB	Análisis de furano	Prueba de Impulso tipo Rayo	Prueba de Impulso tipo Maniobra	Capacitaciones	Diplomados	Cursos	Asesoramiento	Desarrollo de Software
1	Instituto de Energía Eléctrica	Argentina	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		1	1	1	1
2	GRUPO ICE	Costa Rica	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0
3	LABE	Colombia	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0
4	Laboratorio ABB	Colombia	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
5	LEME	Argentina	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	ECUATRAN	Ecuador	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0
7	APPLUS+	Panamá	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8	SIEMENS Energy	Países varios	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1
9	BriTransformadores	Ecuador	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL			8	6	3	5	6	6	4	6	1	4	1	1	2	2	1	6	3	3	5	1	5	2	2	5	2

Nota: Elaboración propia

A partir del desarrollo de esta tabla, se utilizará el diagrama de Pareto para la selección de los servicios utilizando la frecuencia con la que estos se repiten, el resultado del puntaje total y la ponderación y ponderación acumulada se muestran en el cuadro siguiente:

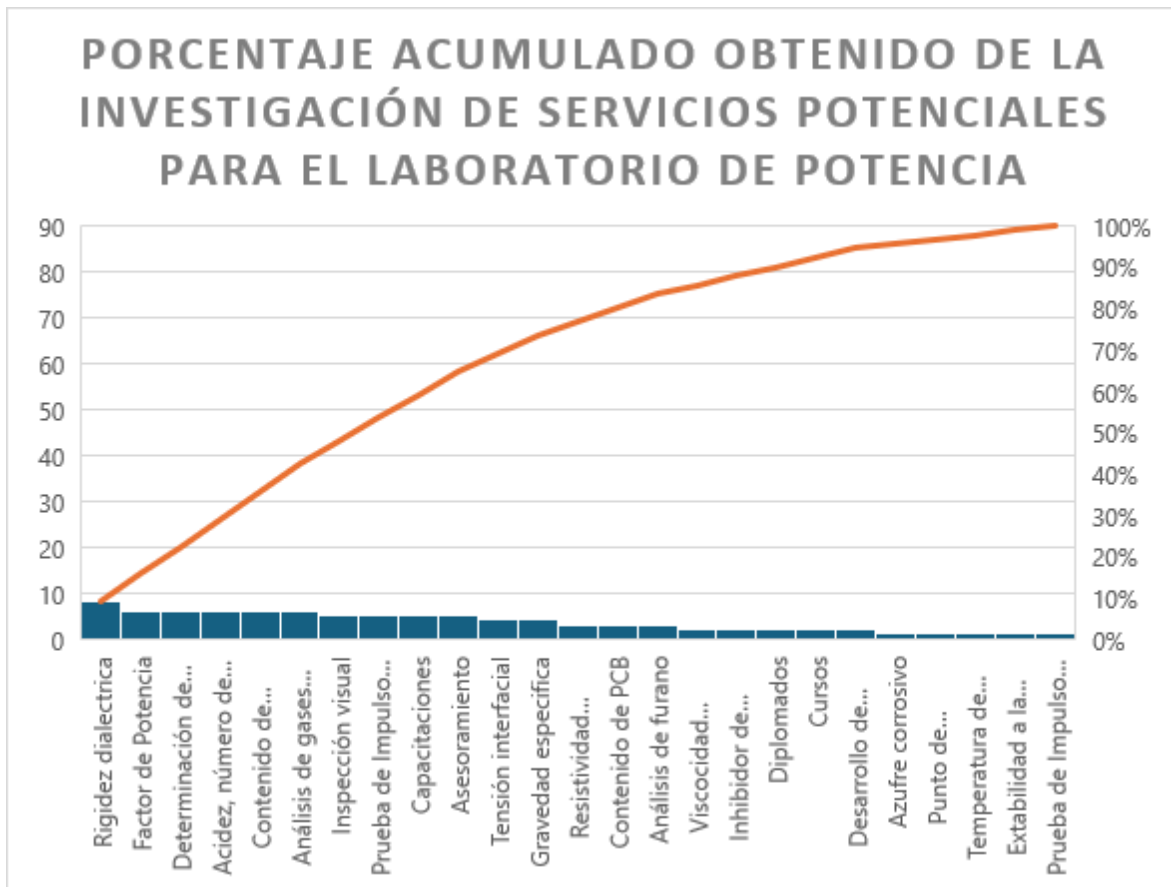
Tabla 11 Puntuación total y porcentaje acumulado para los servicios ofrecidos por otros laboratorios

Servicios/Pruebas	Puntuación	Ponderación	Ponderación acumulada
Rigidez dieléctrica	8	9%	9%
Factor de Potencia	6	7%	16%
Determinación de color	6	7%	22%
Acidez, número de neutralización	6	7%	29%
Contenido de humedad	6	7%	36%
Análisis de gases disueltos	6	7%	42%
Inspección visual	5	6%	48%
Prueba de Impulso tipo Rayo	5	6%	53%
Capacitaciones	5	6%	59%
Asesoramiento	5	6%	64%
Tensión interfacial	4	4%	69%
Gravedad específica	4	4%	73%
Resistividad volumétrica	3	3%	77%
Contenido de PCB	3	3%	80%
Análisis de furano	3	3%	83%
Viscosidad cinemática	2	2%	86%
Inhibidor de oxidación	2	2%	88%
Diplomados	2	2%	90%
Cursos	2	2%	92%
Desarrollo de Software	2	2%	94%
Azufre corrosivo	1	1%	96%
Punto de inflamación e ignición	1	1%	97%
Temperatura de anilina	1	1%	98%
Estabilidad a la oxidación	1	1%	99%
Prueba de Impulso tipo Maniobra	1	1%	100%
TOTAL	90	100%	

Nota: Elaboración propia

A partir de la elaboración de la tabla se procederá a graficar los resultados para completar el diagrama de Pareto, tal y como se muestra en el gráfico siguiente:

Gráfico 14 Porcentaje acumulado obtenido de la investigación de servicios potenciales para el laboratorio de potencia



Nota: Elaboración propia

Al observar la gráfica, observamos que 13 de los servicios se encuentran en el 80% del total de los puntos acumulados, sin embargo, se incluirán las pruebas de análisis de furano y contenido de PCB debido a que tienen la misma frecuencia que el ensayo de resistividad volumétrica que se encuentra dentro del límite de 80%, haciendo esta excepción, lo demás servicios quedarán descartados como parte de la cartera de servicios propuesta al mercado consumidor.

2.7 Caracterización del mercado consumidor

La segmentación del mercado es una guía útil para determinar los atributos del mercado consumidor, con el fin de tener claro a qué consumidores estará destinado el servicio a través de segmentos determinadas características comunes entre ellos; el trabajo de segmentar empresas supone, entender qué tipos de empresas son los clientes potenciales. Debido a las características del servicio a brindar por el Laboratorio, empleará y una segmentación B2B⁷.

⁷ Abreviatura de la palabra anglosajona Business-To-Business y hace referencia al intercambio de servicios, información y/o productos de una empresa a otra.

2.7.1 Segmentación del mercado

Tabla 12 Segmentación del mercado consumidor

SEGMENTO MERCADO CONSUMIDOR	EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA.
Actividad	Distribución de energía eléctrica. ⁸
Tipo de propiedad de la compañía	Privada
Actividades en cuanto a necesidades de control de la calidad.	1. Pruebas de alta tensión 2. Pruebas dieléctricas 3. Pruebas físico químicas 4. Pruebas cromatográficas 5. Educación
Tamaño	Gran empresa con un grupo de empleados mayor que 100 según ANEP
Localización geográfica	El Salvador

Nota: Elaboración propia

2.8 Diseño de herramientas e instrumentos de investigación

Como se mencionó en el apartado de la metodología del mercado consumidor, las técnicas a utilizar para la recolección de la información son:

1. Entrevista no estructurada para empresas de Distribución de Energía.
2. Entrevista no estructurada para expertos en la enseñanza en el área de potencia eléctrica o alta tensión a nivel local.
3. Entrevista no estructurada para expertos que trabajan en el área de potencia eléctrica o alta tensión a nivel local.

2.8.1 Cuestionario a empresas distribuidoras de energía

La entrevista será utilizada como medio para la recolección de la información; para la cual se tendrá un auxiliar de preguntas previamente establecidas que se harán a los encargados de las empresas del sector eléctrico.

Tabla 13 Objetivos del cuestionario realizado a el mercado consumidor

OBJETIVO	PREGUNTAS
Identificar la cantidad de equipo de alta tensión adquirida por las empresas distribuidoras de energía.	¿Con qué frecuencia se realiza la adquisición de equipo de alta tensión como transformadores, aisladores, cables o apartarrayos?
Conocer si las empresas de distribución de energía realizan ensayos de tipo rayo.	¿La empresa realiza ensayos de prueba de alta tensión mediante impulsos de rayo para la verificación de respuesta a sistemas de aislamiento para el control de calidad de sus equipos?
Conocer las razones por las cuales las empresas no realizan ensayos de tipo rayo.	De no realizar este tipo de pruebas, ¿Por qué motivo no las realiza?

⁸ Sección D y Clase 3510 de la CIIU Rev. 4: "Producción, transmisión y distribución de energía eléctrica"

Conocer las alternativas para este tipo de ensayos utilizadas por las empresas distribuidoras.	De no realizar este tipo de pruebas ¿De qué manera y dónde verifican los requerimientos de los equipos de alta tensión?
Identificar la ubicación donde las empresas realizan las pruebas.	De realizar este tipo de pruebas ¿Dónde las realiza?
Identificar otros equipos a los que se les puede realizar la misma prueba.	¿A qué otros equipos o componentes considera que es necesario realizar una prueba de verificación de respuesta de aislamiento mediante un ensayo de alta tensión de impulsos de rayo?
Conocer si las empresas distribuidoras conocen sobre el laboratorio de potencia.	¿Conoce la empresa sobre la existencia del Laboratorio de Impulso de Alta Tensión de la Universidad de El Salvador?
Conocer el interés de las empresas distribuidoras por las pruebas de impulso tipo rayo que se realizan en el laboratorio de Potencia.	¿Estaría la empresa, interesada en contratar los servicios de este tipo de ensayos técnicos en el Laboratorio de la Universidad de El Salvador?
Conocer el interés de las empresas distribuidoras en la capacitación de sus colaboradores en el desarrollo e interpretación de ensayos de alta tensión para la verificación a sistemas de aislamiento.	¿Estaría la empresa interesada en la capacitación de su personal en ensayos de prueba de alta tensión mediante impulsos de rayo para la verificación de respuesta a sistemas de aislamiento como parte del control de calidad de los equipos como transformadores, aisladores, apartarrayos y cables de potencia?
Identificar otros servicios relacionados a el control de la calidad están interesados las empresas en recibir por parte del laboratorio del listado de servicios elegidos para la investigación de mercado.	De los siguientes servicios, marque cuáles servicios la empresa estaría interesada en recibir por parte del Laboratorio de Potencia de la Universidad de El Salvador
Identificar que otras necesidades tiene el mercado consumidor, que el laboratorio de potencia pueda satisfacer.	¿Qué otros servicios además de los mencionados anteriormente, la empresa estaría interesada en recibir por parte del Laboratorio de Potencia de la Universidad de El Salvador?

Nota: Elaboración propia

El diseño de instrumento de estudio de mercado consumidor se presenta a continuación:

SALUDO:

Buenas tardes, Mi nombre es (Nombre del entrevistador)

Actualmente, me encuentro realizando mi trabajo de grado junto con 2 compañeros más para optar al título de Ingeniero Industrial.

Nuestro trabajo de graduación consiste en un estudio de factibilidad para la reactivación del Laboratorio de Potencia de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador. Estamos elaborando un documento que sirva como caso de negocio para que las

autoridades puedan utilizarlo e invertir o conseguir inversión externa para adecuar el laboratorio y prestar servicios a clientes internos y externos.

Como parte del estudio de mercado queremos identificar las necesidades de las empresas distribuidoras de energía en términos de pruebas de alta tensión para verificación de respuestas a sistemas de aislamiento, mantenimiento de transformadores y otros equipos con sistemas de aislamiento, así como la factibilidad de dar capacitaciones en estas áreas.

La entrevista estaría dirigida en conocer las necesidades de (Nombre de la distribuidora de energía) y presentar lo que actualmente la Facultad de Ingeniería y Arquitectura puede ofrecer con el Laboratorio de Potencia con el que cuenta.



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN: “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA
REACTIVACIÓN DEL LABORATORIO DE POTENCIA DE LA ESCUELA DE
INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE
LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR”**

Fecha: _____

Lugar: _____

Empresa: _____

Moderador: _____

Sobre la prueba de impulso de tipo rayo del generador de impulsos de la Universidad de El Salvador:

1. ¿Con qué frecuencia se realiza la adquisición de equipo de alta tensión como transformadores, aisladores, cables o apartarrayos?

2. ¿La empresa realiza ensayos de prueba de alta tensión mediante impulsos de rayo para la verificación de respuesta a sistemas de aislamiento para el control de calidad de sus equipos?

3. De no realizar este tipo de pruebas, ¿Por qué motivo no las realiza?

4. De no realizar este tipo de pruebas ¿De qué manera y dónde verifican los requerimientos de los equipos de alta tensión? (En caso de ser información confidencial, favor colocar el país dónde se realiza la prueba)

5. De realizar este tipo de pruebas ¿Dónde las realiza? (En caso de ser información confidencial, favor colocar el país dónde se realiza la prueba)

6. ¿A qué otros equipos o componentes considera que es necesario realizar una prueba de verificación de respuesta de aislamiento mediante un ensayo de alta tensión de impulsos de rayo?

7. ¿Conoce la empresa sobre la existencia del Laboratorio de Impulso de Alta Tensión de la Universidad de El Salvador?

8. ¿Estaría la empresa, interesada en contratar los servicios de este tipo de ensayos técnicos en el Laboratorio de la Universidad de El Salvador?

Sobre la prestación de otros servicios mediante el uso del generador de impulsos de tipo rayo de la Universidad de El Salvador:

9. ¿Estaría la empresa interesada en la capacitación de su personal en ensayos de prueba de alta tensión mediante impulsos de rayo para la verificación de respuesta a sistemas de aislamiento como parte del control de calidad de los equipos como transformadores, aisladores, apartarrayos y cables de potencia?

Otros servicios del Laboratorio de Potencia:

10. De los siguientes servicios, marque cuáles servicios la empresa estaría interesada en recibir por parte del Laboratorio de Potencia de la Universidad de El Salvador.

PRUEBAS	Marque con una x
Pruebas dieléctricas	
Rigidez eléctrica	
Factor de potencia	

Resistividad volumétrica	
Pruebas físicas-químicas	
Inspección visual	
Determinación de color	
Acidez, número de neutralización	
Tensión Interfacial	
Contenido de humedad	
Gravedad específica	
Análisis cromatográfico	
Análisis de gases disueltos	
Contenido de PCB	
Análisis de furano	
CAPACITACIONES	
Capacitaciones en pruebas dieléctricas	
Capacitaciones en pruebas físicas-químicas	
Capacitaciones en análisis cromatográfico	

11. ¿Qué otros servicios además de los mencionados anteriormente, la empresa estaría interesada en recibir por parte del Laboratorio de Potencia de la Universidad de El Salvador?

2.9 Identificación de los Consumidores

Tabla 14 Identificación de los clientes de los servicios a ofrecer por el Laboratorio

PERFIL DE EMPRESAS DE DISTRIBUCIÓN	PERFIL DE PERSONAL A CARGO DEL LABORATORIO.
1. La empresa tiene como actividad la distribución de energía eléctrica. 2. La empresa se encuentra ubicada en El Salvador. 3. La empresa puede clasificarse como gran empresa a partir del número de empleados que laboran en ella.	1. Director de la Escuela de Ingeniería Eléctrica o tener relación directa con las actividades del Laboratorio. 2. Conocer sobre el uso de la máquina de prueba de impulso de tipo rayo. 3. Conocer sobre los tipos de ensayos utilizados con regularidad para el control de la calidad en equipos de potencia.

Nota: Elaboración propia

2.10 Recolección de Información y Análisis de Datos

Empresas entrevistadas

Tabla 15 Actividad económica de las empresas entrevistadas para el estudio de mercado consumidor

NO.	NOMBRE DE LA EMPRESA	ACTIVIDAD ECONÓMICA
1	DELSUR S.A de C.V	Transformación, distribución y comercialización de energía eléctrica a usuarios ubicados en la

		zona centro-sur del país: La Libertad, San Salvador, La Paz, San Vicente y Cuscatlán.
2	AES EL SALVADOR S.A DE C.V	Generación y distribución de energía eléctrica además de brindar soluciones en eficiencia energética, energía solar y su almacenamiento, estudios y diagnósticos, diseño, construcción y mantenimiento en redes primarias y secundarias, así como subestaciones eléctricas, seguros y asistencias médicas y la automatización y control en espacios y oficinas.
2.1	CAESS S.A DE C.V	Distribuidora de energía perteneciente al grupo AES en los departamentos de Chalatenango, Cuscatlán, Cabañas y parte de la zona norte de San Salvador.
2.2	EEO S.A DE C.V	Distribuidora de energía perteneciente al grupo AES en los departamentos de Santa Ana, Sonsonate, Ahuachapán y parte de la Libertad.
2.3	DEUSEM S.A DE C.V	Distribuidora de energía perteneciente al grupo AES en los departamentos: San Miguel, Morazán, La Unión, San Vicente y parte del Departamento de Usulután.
2.4	CLESA S.A DE C.V	Distribuidora de energía eléctrica perteneciente al grupo AES en el departamento de Usulután.

Nota: Elaboración propia

2.10.1 Resultados de las entrevistas a las empresas de distribución de energía eléctrica en El Salvador.

No	Pregunta	DEL SUR	AES (CAEES, CLESA, EEO Y DEUSEM)
1	¿Con qué frecuencia se realiza la adquisición de equipo de alta tensión como transformadores, aisladores, cables o apartarrayos?	Las compras se hacen anualmente	Al mes se reciben 2 lotes de transformadores tipo corriente. Transformadores tipo distribución se reciben de 3 a 6 mensuales dependiendo de las necesidades de los clientes. Transformadores tipo pad-mounted aproximadamente 3 al año.
2	¿La empresa realiza ensayos de prueba de alta tensión mediante impulsos de rayo para la verificación de respuesta a sistemas de aislamiento para el control de calidad de sus equipos?	No se realizan las pruebas.	Si se realiza en equipos camión canasta, equipos para pruebas de guantes y varas, mantas aislantes y pararrayos.
3	De no realizar este tipo de pruebas, ¿Por qué motivo no las realiza?	No se cuenta con el equipo.	A los transformadores no se realizan pruebas de rigidez dieléctrica debido a la garantía, debido a la absorción de humedad que baja su aislamiento, pero para equipos de alto voltaje como varas, guante y mantas se le realizan pruebas. Si se pudieran realizar pruebas a equipos no necesariamente nuevos, existiría una oportunidad como contratistas para el laboratorio como un taller eléctrico.
4	De no realizar este tipo de pruebas ¿De qué manera y dónde verifican los requerimientos de los equipos de alta tensión?	Se basan en los de de certificados conformidad productos.	Si se realizan las pruebas a los equipos, siempre y cuando no comprometa la garantía del equipo.

5	De realizar este tipo de pruebas ¿Dónde las realiza?	No aplica.	Plantel técnico CAESS Ayutuxtepeque. Todas las pruebas se realizan en el país.
6	¿A qué otros equipos o componentes considera que es necesario realizar una prueba de verificación de respuesta de aislamiento mediante un ensayo de alta tensión de impulsos de rayo?	Corta circuitos, cuchillas de seccionamiento,	Únicamente los equipos mencionados
7	¿Conoce la empresa sobre la existencia del Laboratorio de Impulso de Alta Tensión de la Universidad de El Salvador?	Como DEL SUR se sabe que el laboratorio no está en buen funcionamiento.	La administración no conoce sobre el laboratorio.
8	¿Estaría la empresa, interesada en contratar los servicios de este tipo de ensayos técnicos en el Laboratorio de la Universidad de El Salvador?	Si, ya que nosotros como DELSUR contamos con un proyecto de aseguramiento de la calidad donde podría entrar los servicios del laboratorio	Se necesitaría establecer un mayor acercamiento con la alta dirección de AES para determinar si existe o no el interés.

Sobre la prestación de otros servicios mediante el uso del generador de impulsos de tipo rayo de la Universidad de El Salvador:

9	¿Estaría la empresa interesada en la capacitación de su personal en ensayos de prueba de alta tensión mediante impulsos de rayo para la verificación de respuesta a sistemas de aislamiento como parte del control de calidad de los equipos como transformadores, aisladores, apartarrayos y cables de potencia?	Si las capacitaciones están orientadas a la interpretación de los resultados, la empresa estaría interesada.	A nivel de capacitaciones, AES se apoya de la Universidad Don Bosco y AES tomaría muy en cuenta este tipo de servicios basado en la experiencia con la UDB.

Otros servicios del Laboratorio de Potencia:

10	De los siguientes servicios, marque cuáles servicios la empresa estaría interesada en recibir por parte del Laboratorio de Potencia de la Universidad de El Salvador.		
	PRUEBAS	Marque con una x DEL SUR	Marque con una x GRUPO AES
	Pruebas dieléctricas		
	Rigidez eléctrica	x	x
	Factor de potencia	x	x
	Resistividad volumétrica	x	
	Pruebas físicas-químicas		
	Inspección visual		x
	Determinación de color	x	x
	Acidez, número de neutralización	x	x
	Tensión Interfacial		
	Contenido de humedad	x	
	Gravedad Especifica		
	Análisis cromatográfico		
	Análisis de gases disueltos	x	x
	Contenido de PCB	x	x
	Análisis de furano	x	x
	CAPACITACIONES	Marque con una x	Marque con una x
	Capacitaciones en pruebas dieléctricas	x	x
	Capacitaciones en pruebas físicas-químicas	x	x
	Capacitaciones en análisis cromatográfico	x	x
11	¿Qué otros servicios además de los mencionados anteriormente, la empresa estaría interesada en recibir por parte del Laboratorio de Potencia de la Universidad de El Salvador?	Brindar a empresas contratistas capacitaciones	La realización de pruebas en sitio sería altamente valoradas para la empresa AES.

2.11 Conclusiones Del Mercado Consumidor

De acuerdo con la información recolectada, se identificaron los siguientes hallazgos:

De acuerdo al estado actual del laboratorio:

Las empresas distribuidoras no conocen el Laboratorio de Potencia de la Universidad de El Salvador, lo que se conoce del Laboratorio, proviene de antiguos estudiantes que ahora trabajan para dichas empresas.

Para el grupo AES El Salvador, quien es el mayor distribuidor de energía en el país, el realizar pruebas con la máquina de prueba de impulso, significa un gasto y no un beneficio, debido a que este tipo de pruebas suelen ser de tipo destructivo y debido al costo y la cantidad de transformadores que adquieren, prefieren confiar en los certificados de calidad de los fabricantes.

Destacan que la Universidad de El Salvador, de trabajar más en las relaciones con la empresa privada para poder hacer uso de los servicios que podría llegar a ofrecer el Laboratorio.

Se reconoce que el estado actual de Laboratorio no es óptimo para la prestación de servicios, tanto en el estado de la infraestructura como de los equipos con los que cuenta actualmente.

Necesidades de las empresas distribuidoras que el Laboratorio podría cubrir:

De la lista preliminar de servicios, las empresas distribuidoras solo tienen interés en los ensayos que se realizan con mayor regularidad a los transformadores y equipos sometidos a alta tensión:

Pruebas dieléctricas:

- Rigidez eléctrica
- Factor de Potencia

Pruebas físicas-químicas:

- Inspección visual
- Determinación de color
- Acidez, número de neutralización.

Análisis cromatográfico:

- Análisis de gases disueltos
- Contenido de PCB
- Análisis de furano

Respecto a las demás pruebas que se habían preseleccionado para la entrevista, los representantes de las empresas, reconocen que no se realizan con mucha frecuencia y que normalmente se suelen realizar dichas pruebas en el exterior, debido al alto costo de los equipos con los que se realizan los ensayos.

Las empresas además mencionaron estas dispuestas o tener interés en el Laboratorio como un centro de capacitación para sus empleados o contratistas en relación a las pruebas en las cuales están interesados.

Otras necesidades:

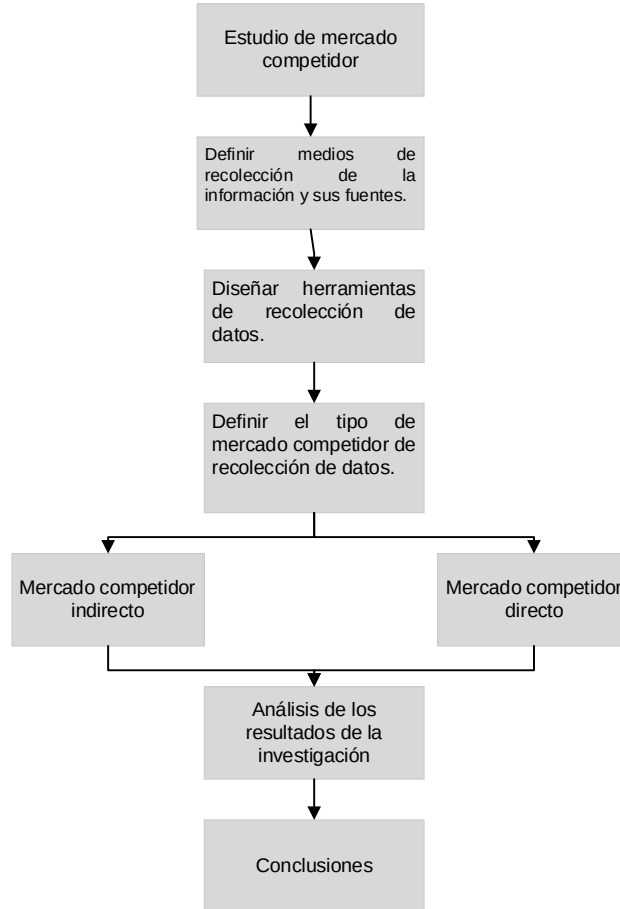
Los representantes mencionaron que, de ser posible, el Laboratorio no debería limitarse a ofrecer las pruebas dentro del recinto, sino que tener la disponibilidad de realizar pruebas in-situ en los lugares donde se requiera.

Incluir al Laboratorio de potencia dentro de la red de contratistas de estas empresas para poder cubrir la demanda.

3. MERCADO COMPETIDOR

3.1 Metodología del estudio de mercado competidor

Diagrama 12 Metodología general del estudio de mercado competidor



Nota: Elaboración propia

El estudio de mercado competidor iniciará definiendo las fuentes de información y la manera de recolectar dichos datos que se utilizarán para el estudio. También se diseñará el instrumento a utilizar y se definirá la competencia una a una, categorizando la competencia como: competencia directa y competencia indirecta.

En la etapa de caracterización de la competencia se analizarán las características con las que determinados centros, laboratorios y/o empresas que ofrecen servicios iguales o similares. Para con ello poder determinar las oportunidades con las que el Laboratorio deberá contar.

Para finalizar, después de haber realizado un análisis con los hallazgos encontrados en el estudio, se procederá a establecer las conclusiones finales del estudio del mercado competidor.

Los competidores son todas aquellas empresas o instituciones que comercializan productos/servicios iguales o similares, los cuales cumplen con las expectativas de los clientes.

Competencia directa: Son las empresas que ofrecen servicios en el mismo sector y satisfacen las necesidades del mismo segmento de clientes. Para este estudio, son competencia directa son todos aquellos laboratorios que brindan servicios de pruebas de alta tensión a sistemas de aislamiento en equipos de alta tensión.

Competencia indirecta: Son todas aquellas empresas que no pertenecen a una institución educativa o que no se consideran como laboratorios y/o que ofrecen servicios de mantenimiento a equipos de alta tensión.

3.2 Medios y fuentes de recolección de información

La investigación es descriptiva; la realización del estudio se llevará a cabo con la aplicación de dos tipos de fuentes de información: fuentes primarias y fuentes secundarias, ambos tipos de fuentes se vuelen necesarias para este tipo de investigación. A continuación, se explicará que tipos de fuentes de información se utilizará para el estudio del mercado competidor.

3.2.1 Fuentes de información

FUENTES PRIMARIAS

Principalmente para el mercado competidor, se utilizarán como medio la investigación por observación.

1. INVESTIGACIÓN POR OBSERVACIÓN

Consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis. La observación es un elemento fundamental de todo proceso de investigación; en ella se apoya el investigador para obtener el mayor número de datos

Para el lograr estudiar la competencia del Laboratorio de Potencia, se procederá con la técnica de observación directa, realizando actividades como:

1. Visitar páginas web y redes sociales: Se visitarán cada sitio web y red social de los principales competidores donde la observación se completará con un guion que incluya todos aquellos aspectos que se requieran conocer; observando elementos como:

- A. Presencia en redes sociales.
- B. Frecuencia de publicaciones en redes sociales.
- C. Precios de los servicios ofrecidos por la competencia⁹.*
- D. Razón social de la competencia

⁹ *Los precios se determinarán de acuerdo al acceso a la información que disponga el proveedor.

E. Condiciones físicas del local de la competencia.

2. El cliente misterioso

Con el empleo de esta técnica, se pretende obtener información de primera mano cómo la atención al cliente, que constituye un hecho diferencial frente a la competencia, las instalaciones, la accesibilidad y localización demográfica; así como la cantidad de promociones y precios de los servicios ofrecidos por la competencia.

3.2.2 Diseño de herramienta de recolección de datos.

La técnica del cliente misterioso será utilizada como medio para la recolección de la información; para la cual se tendrá una plantilla con distintos campos previamente establecidos que se llenarán con cada empresa considerada parte del mercado competidor.

Tabla 16 Objetivos de cada ítem utilizado para la técnica de Cliente Misterioso

OBJETIVO	ITEM
Identificar la presencia de la competencia en las distintas redes sociales y determinar la frecuencia de publicaciones de la competencia.	Presencia en redes sociales (cantidad) Con que frecuencia publica en redes sociales
Definir los medios donde la competencia publica sus promociones e identificar los precios de los servicios ofrecidos en caso de ser publicados.	¿El laboratorio realiza promociones? ¿Dónde suele publicar sus promociones?
Determinar la manera en que la competencia gestiona el transporte de los equipos de alta tensión para realizar pruebas o servicios de mantenimiento.	¿El laboratorio gestiona el transporte de los equipos? ¿El cliente es el encargado de llevar los equipos al laboratorio? ¿El servicio de transporte del laboratorio es tercerizado?
Identificar la variedad de productos y servicios que ofrecen las empresas que conforman parte del mercado competidor.	¿La empresa muestra los precios de sus servicios? Otros servicios que ofrece la empresa:
Determinar si la entidad en estudio pertenece a una entidad pública o privada.	¿El laboratorio es de parte de una institución pública?
Determinar si la empresa o laboratorio divulga información científica.	¿Lleva a cabo actividades de responsabilidad social? ¿Qué tipo de acciones sociales realiza la empresa?
Determinar la finalidad de los laboratorios que forman parte de las empresas del mercado competidor.	¿El laboratorio tiene un local propio o es extensión de una universidad? ¿El local se encuentra en óptimas condiciones?
Identificar las condiciones físicas del laboratorio en estudio.	

Nota: Elaboración propia

3.2.1 Identificación de la competencia

Identificar los competidores significa identificar sus productos y servicios que ofrecen. Determinar la variedad de servicios que ofrece la competencia y las condiciones físicas del sitio en donde lo ofrece, así se puede determinar qué tan competitivo puede ser cada empresa. En general se identificarán aspectos como:

1. Promociones y precios.
2. Productos o servicios que ofrece la empresa/laboratorio.
3. Publicidad en redes sociales.
4. Zona geográfica.

3.2.2 Criterios para la selección del estudio de los competidores

1. Se estudiarán empresas competidoras de México hasta Panamá (incluyendo El Salvador).
2. Para los competidores indirectos se considerarán aquellas empresas/instituciones que cumplan con las características establecidas previamente en la metodología del estudio del mercado competidor.
3. Para los competidores directos se considerarán aquellas empresas/instituciones que cumplan con las características establecidas previamente en la metodología del estudio del mercado competidor.

A continuación, se muestra en una tabla los competidores directos e indirectos identificados:

Tabla 17 Identificación de los competidores

IDENTIFICACIÓN DE COMPETIDORES	
COMPETIDORES DIRECTOS	
Laboratorios de Potencia de empresas privadas e instituciones educativas.	
• Empresa Transmisora de El Salvador. • Diseño y Equipos Eléctricos de México. • Universidad Interamericana de Panamá. • Laboratorio de sistemas de potencia de la Universidad Don Bosco.	
COMPETIDORES INDIRECTOS	
Empresas de mantenimiento de equipos de alta tensión	
• Taller y Laboratorio de Transformadores de Soluciones Eléctricas S.A. de C.V. • TESTING El Salvador. • Proveedora Eléctrica de El Salvador S.A DE C.V. • Grupo ICE Costa Rica.	

Nota: Elaboración propia

3.2.3 Instrumentos de obtención de información a utilizar

Para la obtención de información primaria se utilizará las técnicas de investigación a partir de fuentes secundarias, así como de cliente misterioso.

3.3 Antecedentes del mercado competidor

Para realizar el análisis de aquellos laboratorios considerados como competidores se utilizarán dos criterios, los cuales son: La cobertura de mercado que poseen y el tipo de servicio que ofrecen.

3.3.1 Tipo de competidor de la contraparte en análisis.

Los competidores del Laboratorio de Potencia pueden ser directos o indirectos:

Competidores directos:

Este criterio se basa en aquellos servicios con característica iguales o similares a los servicios con los que el laboratorio de potencia está en capacidad de ofrecer, como es el caso de pruebas de impulso de alta tensión.

Competidores indirectos:

Son todos aquellos que intervienen de forma lateral en el enfoque de mercado que se tiene planteado con el servicio del Laboratorio de Potencia, buscando satisfacer aquellas necesidades o deseos del público objetivo mediante algún producto o servicio sustitutivo perfecto.

3.3.2 Competidores con base a la cobertura de mercado que poseen.

Este criterio se basa en la localidad de las empresas o laboratorios que ofrecen servicios iguales o similares al Laboratorio de Potencia, los dos tipos de competidores para el Laboratorio de Potencia pueden ser:

Competidores nacionales

Estos son las empresas o laboratorios de potencia que ofrecen servicios iguales y/o similares en El Salvador.

Competidores internacionales

Estos son los laboratorios de potencia o empresas que están ubicados en otros países y ofrecen servicios iguales y/o similares. Pueden significar como competencia debido al reducido número de laboratorios de potencia a nivel regional.

3.4 Descripción de competidores directos

Tabla 18 Descripción de la Empresa Transmisora de El Salvador (ETESAL)

LABORATORIO: ETESAL	
Ubicación: El Salvador	
La empresa transmisora de energía cuenta con uno de los laboratorios especializado en la medición y calibración de equipos de alta tensión, certificado ante el Organismo Salvadoreño de Acreditación (OSA), bajo la norma NTS ISO/IEC 17025:2005.	
MISIÓN	
Mantener y expandir la red de transmisión de energía eléctrica de forma eficiente, segura y confiable, mediante la implementación de las mejoras prácticas en la industria y una	

adecuada gestión del talento humano, para lograr la satisfacción de nuestros clientes y grupos de interés.

VISIÓN

Ser una empresa de vanguardia en la transmisión de energía eléctrica en América Central, contribuyendo al desarrollo integral del país y de la región.

SERVICIOS

Mantenimiento de subestaciones y transformadores.

Calibración a equipos.

Auditorías a la cadena de medición

Entre otros.

Nota: Elaboración propia

Tabla 19 Descripción del laboratorio de Ensayos Eléctricos de Alta Tensión de la UIP

LABORATORIO: Laboratorio de Ensayos Eléctricos de Alta Tensión (LEEAT) de la Universidad Interamericana de Panamá (UIP).		
Ubicación: PANAMÁ		
Este laboratorio se ha desarrollado para estudiar el efecto de la contaminación ambiental en los aisladores eléctricos de las líneas de distribución de Panamá, diseñado también con un sistema automático de estimación del riesgo de fallo de un punto del sistema de distribución, utilizando Internet de las cosas (IoT), inteligencia artificial y antenas UHF.		
SERVICIOS		
• La Generación de descargas parciales en aisladores eléctricos. • Estudios de los efectos de la contaminación en los aislantes eléctricos utilizando métodos eléctricos y electromagnéticos. • Procesamientos de señales eléctricas • Formación de personal investigador.		

Nota: Elaboración propia

Tabla 20 Descripción de la empresa Diseño y Equipos Eléctricos de México (DEEMSA)

LABORATORIO: DEEMSA	
Ubicación: MÉXICO	
Fabricante de Transformadores de Distribución y Potencia tipo Industrial, Residencial y para uso en Corporativos.	
MISIÓN	
Satisfacer las necesidades del cliente dando apoyo continuo y especializado hasta la obtención de sus objetivos de promoción y posicionamiento en el mercado de la industria energética.	
VISIÓN	
Constituirse como medio de comunicación y escaparate de venta de todas las empresas de la industria energética y la petroquímica en México, brindar a sus lectores información	

profesional y actualizada, extraída de los más destacados científicos, académicos, empresarios y técnicos del sector.

SERVICIOS

Factor de potencia a los aislamientos
Elevación de temperatura de los devanados
Rigidez dieléctrica del aceite
Medición de resistencias óhmicas | Ducter
Medición de resistencia de aislamiento | Megger
Prueba de impulso por rayo
Prueba de polaridad, diagrama fasorial y secuencia de fases.
Relación de transformación
Pérdida en vacío y corriente de excitación
Pérdidas debidas a la carga y tensión de impedancia
Prueba de tensión aplicada
Prueba de tensión inducida
Prueba de hermeticidad
Nivel de ruido
Determinación del factor de potencia y la constante dieléctrica.
Medición de descargas parciales

Nota: Elaboración propia

Tabla 21 Laboratorio de Sistemas de Potencia de la Universidad Don Bosco El Salvador

LABORATORIO: Laboratorio de sistemas de potencia de la Universidad Don Bosco.

Ubicación: El Salvador



En este laboratorio se realizan simulaciones de los sistemas de potencia desde gran a pequeña escala. Para ello el laboratorio cuenta con modelos didácticos de líneas de transmisión, pequeños sistemas de generación sincrónicos de naturaleza trifásica, y una gama de dispositivos de protección como relevadores de estado sólido aplicados comúnmente en los sistemas de potencia normalizados.

SERVICIOS

- Protección de los sistemas de aislamiento.
- Regulación y transporte de la energía de un punto a otro.

Nota: Elaboración propia

3.5 Descripción de competidores indirectos.

Tabla 22 Laboratorio Grupo ICE de Costa Rica

LABORATORIO:
GRUPO ICE

Ubicación: COSTA RICA



Actualmente, el Grupo ICE está integrado por cuatro empresas que ofrecen soluciones de vanguardia en electricidad y telecomunicaciones a los habitantes de Costa Rica: el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), que opera como casa matriz; la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL); Radiográfica Costarricense (RACSA) y, más

recientemente, Gestión Cobro; aunque esta se enfoca en el soporte de cobro administrativo y judicial a sus tres empresas hermanas.

MISIÓN

Mejorar la calidad de vida de la sociedad costarricense, contribuyendo al desarrollo sostenible del país con soluciones de energía, info-comunicaciones e ingeniería, de manera eficiente, inclusiva y solidaria.

VISIÓN

El Grupo ICE, ágil, transparente, motor de desarrollo de la sociedad costarricense con presencia internacional, liderará y será referente en la transformación digital y en el desarrollo de soluciones integrales, innovadoras y oportunas, en energía, info-comunicaciones e ingeniería.

SERVICIOS

- Innovación tecnológica
- Estudios preliminares
- Estudios de factibilidad
- Gestión social y ambiental
- Manejo de cuencas
- Instalación, armado y puesta en marcha de transformadores de potencia
- Mantenimiento de transformadores de potencia, análisis al aceite y pruebas eléctricas
- Reparación de transformadores de potencia y pruebas de alta tensión
- Regeneración de aceites dieléctricos para transformadores
- Asesoría en operación del sistema y mercados eléctricos
- Planeamiento de la expansión de los sistemas de generación y transmisión
- Evaluación económica de proyectos de generación.
- Proyecciones de demanda eléctrica.
- Caracterización de la carga.
- Modelo de proyecciones financieras.
- Tarifas de venta de energía eléctrica
- Aprovechamiento de recursos renovables en la producción de electricidad
- Estudios socioambientales
- Mantenimiento y sintonización de reguladores automáticos de voltaje
- Mantenimiento y sintonización de reguladores automáticos de velocidad de turbinas
- Mantenimiento y sintonización de los sistemas de protección
- Termografía infrarroja
- Pruebas de eficiencia en turbinas hidroeléctricas y térmicas
- Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de generadores
- Análisis de vibraciones de máquinas rotatorias
- Alineamiento y balanceo

Nota: Elaboración propia

Tabla 23 Taller y Laboratorio de Transformadores de Soluciones Eléctricas S.A de C.V

Taller y Laboratorio de Transformadores de Soluciones Eléctricas S.A. de C.V.

Ubicación: EL SALVADOR



Soluciones Eléctricas se ha especializado en la atención de emergencias eléctricas en media tensión, así también se han convertido en la empresa líder a nivel nacional en la reparación de transformadores sumergidos en aceite convencionales y pedestales, lo que da soporte y confianza a las empresas de que cualquier eventualidad o daño en las subestaciones no se traducirá en largas suspensiones de sus actividades.

MISIÓN

Proveer productos y servicios que contribuyan con el desarrollo energético de acuerdo con las necesidades de nuestros clientes.

VISIÓN

Alcanzar el liderazgo en el mercado actual y la penetración de nuevos mercados mediante un compromiso de calidad que garantice la satisfacción de nuestros clientes y las expectativas de los clientes potenciales.

SERVICIOS

- Mantenimiento preventivo de subestaciones de distribución y potencia.
- Mantenimiento correctivo de transformadores.
- Reparación de transformadores convencionales, pedestales, subterráneos.
- Reparación de reguladores de tensión.
- Modificación de transformadores (cambio de relaciones de transformación, ajuste de voltajes de operación), estandarización o adición de elementos de monitoreo.
- Reconstrucción de devanados cortados, quemados o fundidos.

Nota: Elaboración propia

Tabla 24 Empresa TESTING El Salvador

TESTING El Salvador.

Ubicación: EL SALVADOR



TESTING se enfoca en la seguridad y la salud ocupacional, asegurando el cumplimiento de normas internacionales y nacionales, resguardando a su personal como primer valor de la empresa. Conocer el estado operativo actual de los equipos primarios de potencia de manera oportuna es muy importante para no perder la operatividad de la empresa.

SERVICIOS DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

- Pruebas Eléctricas y Fisicoquímicas del Aceite Dieléctrico
- Inspección Visual del Aceite Dieléctrico
- Color del Aceite Dieléctrico
- Rigidez Dieléctrica del Aceite Dieléctrico
- Número de Neutralización del Aceite Dieléctrico
- Gravedad Específica del Aceite Dieléctrico
- Tensión interfacial del Aceite Dieléctrico

- Contenido de humedad en Valores del Aceite Dieléctrico
- Factor de potencia del Aceite Dieléctrico
- Contenido de Inhibidores del Aceite Dieléctrico
- Análisis de Gases Disueltos del Aceite Dieléctrico
- Análisis de compuestos Furánicos del Aceite Dieléctrico
- Análisis de sulfuro Corrosivo del Aceite Dieléctrico
- Análisis de Metales Disueltos del Aceite Dieléctrico
- Análisis de PCB's del Aceite Dieléctrico
- Punto de Anelina
- Contenido de inhibidores
- Humedad (KF)
- DGA Chromatografía Gases Disueltos
- Flash Point
- Sulfuro Corrosivo
- Análisis de compuestos furánicos
- Metales disueltos en el aceite.
- Rigidez dieléctrica ASTM D1816
- Rigidez dieléctrica ASTM D877
- Oxidación (DBPC)
- Conteo de partículas

Nota: Elaboración propia

Tabla 25 Empresa proveedora eléctrica de El Salvador S.A de C.V (Grupo PELSA)

GRUPO PELSA: Proveedora Eléctrica de El Salvador S.A DE C.V. Ubicación: EL SALVADOR	
Soluciones Eléctricas se ha especializado en la atención de emergencias eléctricas en media tensión, así también se han convertido en la empresa líder a nivel nacional en la reparación de transformadores sumergidos en aceite convencionales y pedestales, lo que da soporte y confianza a las empresas de que cualquier eventualidad o daño en las subestaciones no se traducirá en largas suspensiones de sus actividades.	
MISIÓN	
Satisfacer con pasión las necesidades y expectativas de nuestros clientes en el suministro de soluciones y materiales eléctricos, cumpliendo con nuestros valores a través de nuestro equipo capacitado y comprometido.	
VISIÓN	
Ser líder en soluciones y venta de materiales eléctricos en Centroamérica, con marcas de calidad, ofreciendo el mejor servicio con un equipo profesional, asegurando la rentabilidad y relaciones de largo plazo con clientes.	
SERVICIOS	

- Mantenimiento de subestaciones.
- Mantenimiento de tableros de distribución.
- Diseño y construcción de subestaciones.
- Alquiler de equipos.
- Mantenimiento en bancos de capacitores
- Instalaciones y mantenimiento de pararrayos.
- Mantenimiento de filtros de armónicos.
- Ensamblajes personalizados.

Nota: Elaboración propia

Tabla 26 Empresa Soluciones Tecnológicas de Ingeniería, S.A de C.V. - SOLEIN

Soluciones Tecnológicas de Ingeniería, S.A de C.V. - SOLEIN	
Ubicación: EL SALVADOR	SOLEIN S.A. DE C.V. es una empresa joven que está incursionando en el mercado Eléctrico Salvadoreño, convirtiéndose en una excelente alternativa técnico – económica para importantes empresas nacionales y extranjeras.
MISIÓN	
No aplica	
VISIÓN	
No aplica	
SERVICIOS	
• Estudios eléctrico y calidad de la energía. • Estudios de Medición en redes industriales y corrección del factor de potencia. • Estudios de redes de tierra y pararrayos. • Medición y estudios armónicos en el sistema. • Estudios de oportunidades de ahorro energético.	
Modernización de instalaciones eléctricas	
• Inspección de equipos existentes. • Diseño y desarrollo de la oferta. • Suministro de equipo nuevo. • Instalación, prueba y puesta en marcha.	
Contratos de mantenimiento preventivo	
• Instalaciones eléctricas de alta y baja tensión. • Sub-Estaciones. • Reportes de servicio con recomendaciones.	
Pruebas fisicoquímicas y eléctrico a transformadores y equipos eléctricos.	
• Prueba de rigidez dieléctrica. • Prueba de acidez (número de neutralización). • Contenido de Humedad. • Cromatografía de gases disueltos. • Análisis de furanos. • Contenido de PCB's.	

- Medición de resistencia de aislamiento.
- DTR, Relación de transformación en los taps.
- o Medición de valor de resistencia en redes de tierra.

Nota: Elaboración propia

Tabla 27 Empresa SOLTECH

SOLTECH		
Ubicación: EL SALVADOR		
SOLTECH es una empresa dedicada a brindar soluciones en el rubro eléctrico de baja y media tensión, mantenimiento de subestaciones, entre otros servicios orientados al rubro eléctrico.		
MISIÓN		
No aplica		
VISIÓN		
No aplica		
SERVICIOS		
• Diseño y construcción de obras eléctricas. • Instalación y mantenimiento de subestaciones eléctricas. • Estudios de calidad de la energía. • Instalación y mantenimiento de aires acondicionados. • Suministro e instalación de iluminación LED. • Mantenimiento preventivo de sistemas fotovoltaicos.		

Nota: Elaboración propia

3.5.1 Recolección/levantamiento de la información.

Tabla 28 Recolección de la información empresa SOLELECTRIC

FICHA DE CLIENTE MISTERIOSO					
Fecha: 18/06/2022					
SOLELECTRIC					
País: El Salvador					
PUBLICIDAD					
	Facebook	Instagram	Otros		
Presencia en redes sociales (cantidad)		X			
	Poco frecuente	Frecuentemente	Siempre		
Con que frecuencia publica en redes sociales			X		
Notas adicionales sobre publicidad:					

PROMOCIÓN					
	SI	NO			
¿La empresa realiza promociones?	X				
¿La empresa muestra los precios de sus promociones?		X			
	Redes sociales	Página Web			
¿Dónde suele publicar sus promociones?	X				
Notas adicionales sobre promoción:					
TRANSPORTE					
¿La empresa gestiona el transporte de los equipos?	SI	NO			
¿El cliente es el encargado de llevar los equipos al laboratorio?	SI	NO			
¿El servicio de transporte del laboratorio es tercerizado?	SI	NO			
PRECIO					
¿La empresa muestra los precios de sus servicios?	Si	No			
Notas adicionales sobre el precio y productos agregados:					
RAZÓN SOCIAL					
	SI	NO			
¿El laboratorio es de parte de una institución pública?		X			
¿Lleva a cabo actividades de responsabilidad social?	X				
	Donaciones	Ayuda comunitaria	Ayuda al medio ambiente	Investigación científica	No realiza
¿Qué tipo de acciones sociales realiza la empresa?				X	
Notas adicionales sobre razón social:					
PLAZA					
	SI	NO	No Aplica		
¿El laboratorio tiene un local propio?	X				

¿El laboratorio es extensión de una universidad?		X			
¿El local se encuentra en óptimas condiciones?	X				
Notas adicionales:	La determinación del estado físico de las condiciones del laboratorio es por medio de las fotografías en su página web y redes sociales.				

Nota: Elaboración propia

Tabla 29 Recolección de la información empresa TESTING

FICHA DE CLIENTE MISTERIOSO					
Fecha: 18/06/2022					
TESTING EL SALVADOR					
Empresa en estudio: TESTING El Salvador					
País: El Salvador					
PUBLICIDAD					
	Facebook	Instagram	Otros		
Presencia en redes sociales (cantidad)	X	X			
	Poco frecuente	Frecuentemente	Siempre		
Con que frecuencia publica en redes sociales			X		
Notas adicionales sobre publicidad:					
PROMOCIÓN					
	SI	NO			
¿La empresa realiza promociones?	X				
¿La empresa muestra los precios de sus promociones?		X			
	Redes sociales	Página Web			
¿dónde suele publicar sus promociones?	X				
Notas adicionales sobre promoción:					
TRANSPORTE					
¿La empresa gestiona el transporte de los equipos?	SI	NO			

¿El cliente es el encargado de llevar los equipos al laboratorio?	SI	NO			
¿El servicio de transporte del laboratorio es tercerizado?	SI	NO			
PRECIO					
¿La empresa muestra los precios de sus servicios?	Si	No			
Notas adicionales sobre el precio y productos agregados:					
RAZÓN SOCIAL					
	SI	NO			
¿El laboratorio es de parte de una institución pública?		X			
¿Lleva a cabo actividades de responsabilidad social?		X			
	Donaciones	Ayuda comunitaria	Ayuda al medio ambiente	Investigación científica	No realiza
¿Qué tipo de acciones sociales realiza la empresa?				X	
Notas adicionales sobre razón social:					
PLAZA					
	SI	NO	No Aplica		
¿El laboratorio tiene un local propio?	X				
¿El laboratorio es extensión de una universidad?		X			
¿El local se encuentra en óptimas condiciones?	X				
Notas adicionales:	La determinación del estado físico de las condiciones del laboratorio es por medio de las fotografías en su página web y redes sociales.				

Nota: Elaboración propia

Tabla 30 Recolección de la información Grupo PELSA

FICHA DE CLIENTE MISTERIOSO
Fecha: 18/06/2022
GRUPO PELSA
Empresa en estudio: Proveedora Eléctrica de El Salvador S.A DE C.V.
País: El Salvador
PUBLICIDAD

	Facebook	Instagram	Otros		
Presencia en redes sociales (cantidad)		X			
	Poco frecuente	Frecuentemente	Siempre		
Con que frecuencia publica en redes sociales		X			
Notas adicionales sobre publicidad:					
PROMOCIÓN					
	SI	NO			
¿La empresa realiza promociones?	X				
¿La empresa muestra los precios de sus promociones?	X				
	Redes sociales	Página Web			
¿dónde suele publicar sus promociones?	X				
Notas adicionales sobre promoción:					
TRANSPORTE					
¿La empresa gestiona el transporte de los equipos?	SI	NO			
¿El cliente es el encargado de llevar los equipos al laboratorio?	SI	NO			
¿El servicio de transporte del laboratorio es tercerizado?	SI	NO			
PRECIO					
¿La empresa muestra los precios de sus servicios?	Si	No			
Notas adicionales sobre el precio y productos agregados:					
RAZÓN SOCIAL					
	SI	NO			
¿El laboratorio es de parte de una institución pública?		X			
¿Lleva a cabo actividades de responsabilidad social?		X			
	Donaciones	Ayuda comunitaria	Ayuda al medio ambiente	Investigación científica	No realiza
¿Qué tipo de acciones sociales realiza la empresa?				X	
Notas adicionales sobre razón social:					
PLAZA					
	SI	NO	No Aplica		
¿El laboratorio tiene un local propio?	X				
¿El laboratorio es extensión de una universidad?		X			
¿El local se encuentra en óptimas condiciones?	X				
Notas adicionales:	La determinación del estado físico de las condiciones del laboratorio es por medio de las fotografías en su página web y redes sociales.				

Nota: Elaboración propia

Tabla 31 Recolección de la información empresa DEEMSA

FICHA DE CLIENTE MISTERIOSO					
Fecha: 18/06/2022					
DEEMSA DE MÉXICO					
Laboratorio en estudio: Diseño y Equipos Eléctricos de México, S.A. de C.V. DEEMSA					
País: México					
PUBLICIDAD					
	Facebook	Instagram	Otros		
Presencia en redes sociales (cantidad)		X			
	Poco frecuente	Frecuentemente	Siempre		
Con que frecuencia publica en redes sociales		X			
Notas adicionales sobre publicidad:	La publicidad realizada es en su página web www.deemsa.com.mx y Facebook únicamente.				
PROMOCIÓN					
	SI	NO			
¿El laboratorio realiza promociones?	X				
¿El laboratorio muestra los precios de sus promociones?		X			
	Redes sociales	Página Web			
¿dónde suele publicar sus promociones?	X	X			
Notas adicionales sobre promoción:					
TRANSPORTE					
¿El laboratorio gestiona el transporte de los equipos?	SI	NO			
¿El cliente es el encargado de llevar los equipos al laboratorio?	SI	NO			
¿El servicio de transporte del laboratorio es tercerizado?	SI	NO			
PRECIO					
¿La empresa muestra los precios de sus servicios?	Si	No			
Notas adicionales sobre el precio y productos agregados:					

RAZÓN SOCIAL					
	SI	NO			
¿El laboratorio es de parte de una institución pública?		X			
¿Lleva a cabo actividades de responsabilidad social?	X				
	Donaciones	Ayuda comunitaria	Ayuda al medio ambiente	Investigación científica	No realiza
¿Qué tipo de acciones sociales realiza la empresa?				X	
Notas adicionales sobre razón social:					
PLAZA					
	SI	NO	No Aplica		
¿El laboratorio tiene un local propio?	X				
¿El laboratorio es extensión de una universidad?		X			
¿El local se encuentra en óptimas condiciones?	X				
Notas adicionales:	La determinación del estado físico de las condiciones del laboratorio es por medio de las fotografías en su página web y redes sociales.				

Nota: Elaboración propia

Tabla 32 Recolección de la información GRUPO ICE

FICHA DE CLIENTE MISTERIOSO					
Fecha: 18/06/2022					
GRUPO ICE COSTA RICA					
Laboratorio en estudio: Laboratorio de Eficiencia Energética - GRUPO ICE					
País: Costa Rica					
PUBLICIDAD					
	Facebook	Instagram	Otros		
Presencia en redes sociales (cantidad)		X			
	Poco frecuente	Frecuentemente	Siempre		
Con que frecuencia publica en redes sociales			X		
Notas adicionales sobre publicidad:					

PROMOCIÓN					
	SI	NO			
¿El laboratorio realiza promociones?		X			
¿El laboratorio muestra los precios de sus promociones?		X			
	Redes sociales	Página Web			
¿dónde suele publicar sus promociones?	X				
Notas adicionales sobre promoción:					
TRANSPORTE					
¿El laboratorio gestiona el transporte de los equipos?	SI	NO			
¿El cliente es el encargado de llevar los equipos al laboratorio?	SI	NO			
¿El servicio de transporte del laboratorio es tercerizado?	SI	NO			
PRECIO					
¿La empresa muestra los precios de sus servicios?	Si	No			
Notas adicionales sobre el precio y productos agregados:					
RAZÓN SOCIAL					
	SI	NO			
¿El laboratorio es de parte de una institución pública?		X			
¿Lleva a cabo actividades de responsabilidad social?	X				
	Donaciones	Ayuda comunitaria	Ayuda al medio ambiente	Investigación científica	No realiza
¿Qué tipo de acciones sociales realiza la empresa?				X	
Notas adicionales sobre razón social:					
PLAZA					
	SI	NO	No Aplica		
¿El laboratorio tiene un local propio?	X				
¿El laboratorio es extensión de una universidad?		X			
¿El local se encuentra en óptimas condiciones?	X				
Notas adicionales:					

Nota: Elaboración propia

Tabla 33 Recolección de la información Universidad Interamericana de Panamá

FICHA DE CLIENTE MISTERIOSO					
Fecha: 18/06/2022					
UNIVERSIDAD INTERAMERICANA DE PANAMÁ -UIP					
Laboratorio en estudio: Laboratorio de Ensayos Eléctricos de Alta Tensión (LEEAT)					
País: PANAMA					
PUBLICIDAD					
	Facebook	Instagram	Otros		
Presencia en redes sociales (cantidad)		X			
	Poco frecuente	Frecuentemente	Siempre		
Con que frecuencia publica en redes sociales	X				
Notas adicionales sobre publicidad:	Su publicidad depende de la página de la Universidad Interamericana de Panamá, no tiene una página web destinada únicamente al laboratorio de potencia				
PROMOCIÓN					
	SI	NO			
¿El laboratorio realiza promociones?		X			
¿El laboratorio muestra los precios de sus promociones?					
	Redes sociales	Página Web			
¿dónde suele publicar sus promociones?		X			
Notas adicionales sobre promoción:					
TRANSPORTE					
¿El laboratorio gestiona el transporte de los equipos?	SI	NO			
¿El cliente es el encargado de llevar los equipos al laboratorio?	SI	NO			
¿El servicio de transporte del laboratorio es tercerizado?	SI	NO			
PRECIO					
¿La empresa muestra los precios de sus servicios?	Si	No			
Notas adicionales sobre el precio y productos agregados:					
RAZÓN SOCIAL					
	SI	NO			

¿El laboratorio es de parte de una institución pública?		X			
¿Lleva a cabo actividades de responsabilidad social?	X				
	Donaciones	Ayuda comunitaria	Ayuda al medio ambiente	Investigación científica	No realiza
¿Qué tipo de acciones sociales realiza la empresa?				X	
Notas adicionales sobre razón social:					
PLAZA					
	SI	NO	No Aplica		
¿El laboratorio tiene un local propio?		X			
¿El laboratorio es extensión de una universidad?	X				
¿El local se encuentra en óptimas condiciones?	X				
Notas adicionales:					

Nota: Elaboración propia

Tabla 34 Recolección de la información empresa ETESAL

FICHA DE CLIENTE MISTERIOSO					
Fecha: 18/06/2022					
ETESAL DE EL SALVADOR					
Laboratorio en estudio: LABORATORIO DE METROLOGÍA EN DC Y BAJA FRECUENCIA					
País: El Salvador					
PUBLICIDAD					
	Facebook	Instagram	Otros		
Presencia en redes sociales (cantidad)	X				
	Poco frecuente	Frecuentemente	Siempre		
Con que frecuencia publica en redes sociales		X			
Notas adicionales sobre publicidad:					
PROMOCIÓN					
	SI	NO			
¿El laboratorio realiza promoción de sus servicios?	X				
¿El laboratorio muestra los precios de sus promociones?		X			

	Redes sociales	Página Web			
¿dónde suele publicar sus promociones?		X			
Notas adicionales sobre promoción:					
TRANSPORTE					
¿El laboratorio gestiona el transporte de los equipos?	SI	NO			
¿El cliente es el encargado de llevar los equipos al laboratorio?	SI	NO			
¿El servicio de transporte del laboratorio es tercerizado?	SI	NO			
PRECIO					
¿La empresa muestra los precios de sus servicios?	Si	No			
A continuación Liste la variedad de servicios de la empresa					
Notas adicionales sobre el precio y productos agregados:					
RAZÓN SOCIAL					
	SI	NO			
¿El laboratorio es de parte de una institución pública?		X			
¿Lleva a cabo actividades de responsabilidad social?	X				
	Donaciones	Ayuda comunitaria	Ayuda al medio ambiente	Investigación científica	No realiza
¿Qué tipo de acciones sociales realiza la empresa?				X	
Notas adicionales sobre razón social:					
PLAZA					
	SI	NO	No Aplica		
¿El laboratorio tiene un local propio?	X				
¿El laboratorio es extensión de una universidad?		X			
¿El local se encuentra en óptimas condiciones?	X				

Notas adicionales:	

Nota: Elaboración propia

Tabla 35 Recolección de la información Universidad Don Bosco

FICHA DE CLIENTE MISTERIOSO					
Fecha: 18/06/2022					
LABORATORIO DE SISTEMAS DE POTENCIA - UDB					
Empresa en estudio: Universidad Don Bosco					
País: El Salvador					
PUBLICIDAD					
	Facebook	Instagram	Otros		
Presencia en redes sociales (cantidad)			X		
	Poco frecuente	Frecuentemente	Siempre		
Con que frecuencia publica en redes sociales	X				
Notas adicionales sobre publicidad:					
PROMOCIÓN					
	SI	NO			
¿La empresa realiza promociones?		X			
¿La empresa muestra los precios de sus promociones?		X			
	Redes sociales	Página Web			
¿Dónde suele publicar sus promociones?		X			
Notas adicionales sobre promoción:					
TRANSPORTE					
¿La empresa gestiona el transporte de los equipos?	SI	NO			
¿El cliente es el encargado de llevar los equipos al laboratorio?	SI	NO			
¿El servicio de transporte del laboratorio es tercerizado?	SI	NO			
PRECIO					

¿La empresa muestra los precios de sus servicios?	Si	No			
Notas adicionales sobre el precio y productos agregados:					
RAZÓN SOCIAL					
	SI	NO			
¿El laboratorio es de parte de una institución pública?		X			
¿Lleva a cabo actividades de responsabilidad social?	X				
	Donaciones	Ayuda comunitaria	Ayuda al medio ambiente	Investigación científica	No realiza
¿Qué tipo de acciones sociales realiza la empresa?				X	
Notas adicionales sobre razón social:					
PLAZA					
	SI	NO	No Aplica		
¿El laboratorio tiene un local propio?	X				
¿El laboratorio es extensión de una universidad?	X				
¿El local se encuentra en óptimas condiciones?	X				
Notas adicionales:	La determinación del estado físico de las condiciones del laboratorio es por medio de las fotografías en su página web.				

Nota: Elaboración propia

3.6 Análisis de los resultados de la técnica cliente misterioso.

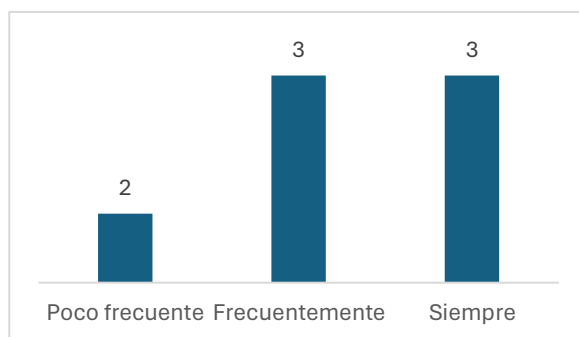
Como resultado de la investigación por observación y la aplicación de la técnica de Mystery Shopping expuesta en el apartado de fuentes de información primaria, está se aplicó a los competidores directos como GRUPO ICE de Costa Rica, Soluciones Eléctricas, S.A DE C.V, Testing de El Salvador, Grupo PELSA, Diseño y Equipos Eléctricos de México, S.A. de C.V. (DEEMSA), Laboratorio de Ensayos Eléctricos de Alta Tensión (UIIP) y Transmisora Eléctrica de El Salvador (ETESAL); de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

- 1. Presencia en redes sociales:** A través de la observación y navegación en las páginas web y redes sociales de las distintas empresas competidoras se ha determinado que todos los competidores tienen presencia en redes sociales, principalmente en redes sociales como Facebook e Instagram.
- 2. Con que frecuencia publican en redes sociales:** A través de la observación y navegación en las páginas web y redes sociales de las distintas empresas competidoras se ha determinado que la frecuencia de publicación de los competidores puede variar entre poco frecuente, frecuentemente y siempre. Seis de los siete competidores analizados publican de manera frecuente y siempre.

Donde:

Gráfico 15 Frecuencia con la que las empresas competidoras realizan publicaciones de sus servicios o actividades en Internet

Poco frecuente	7 días o más.
Frecuentemente	3 a 6 días
Siempre	1 a 3 días



Nota: Elaboración propia

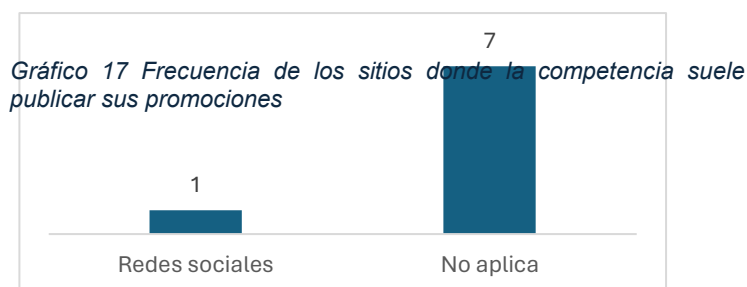
3. **La empresa realiza promociones:** A través de la observación y navegación en las páginas y redes sociales de las distintas empresas competidoras se ha determinado que la mayoría de los competidores no realizan promociones de sus servicios, únicamente el grupo PELSA publica promociones de sus servicios y productos que ofrece a sus clientes.

Gráfico 16 Frecuencia con la que las empresas competidoras realizan promociones a sus clientes



Nota: Elaboración propia

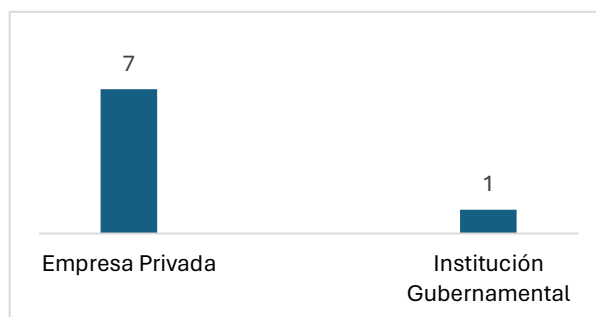
4. **¿Dónde suelen publicar sus promociones?:** A través de la observación y navegación en las páginas y redes sociales de las distintas empresas competidoras se ha determinado que la mayoría de competidores no realiza promociones en sus servicios/productos que ofrecen, por esta razón, los 6 competidores a excepción del grupo PELSA se categorizaron como “no aplica” debido a que no realizan promociones.



Nota: Elaboración propia

5. **¿La empresa gestiona el transporte de los equipos?:** A través de la observación, navegación en las páginas y redes sociales, y consultas de sus servicios de las distintas empresas competidoras se ha determinado que en ninguno de los casos, las empresas competidoras se hacen cargo de gestionar el traslado de los equipos de alta tensión a sus instalaciones.
6. **¿El cliente es el encargado de llevar los equipos al laboratorio?:** En consecuencia de la pregunta número 5, se ha determinado que si, en todas las empresas de la competencia, ninguna se hace responsables de este traslado. El traslado de estos equipos es un proceso complejo en donde el cliente debe tener el equipo necesario para poder realizarlo.
7. **¿La empresa muestra los precios de sus servicios?:** A través de la observación y navegación en las páginas y redes sociales de las distintas empresas competidoras se ha determinado que ninguna de las empresas muestra los precios de sus servicios, exceptuando el Grupo PELSA que muestra los precios de los productos que promociona en redes sociales.
8. **¿El laboratorio es de parte de una institución pública?:** La mayoría de las empresas competidoras analizadas son empresas privadas. Únicamente, ETESAL es considerada como empresa gubernamental en El Salvador.

Gráfico 18 Frecuencia de la competencia que forma parte de una institución o empresa pública o privada

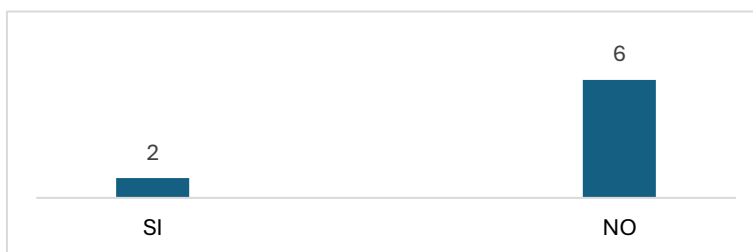


Nota: Elaboración propia

9. **¿Lleva a cabo actividades de responsabilidad social?:** A través de la observación y navegación en las páginas y redes sociales de las distintas empresas competidoras se ha determinado que en la totalidad de empresas competidoras, estas realizan actividades de investigación científica.

10. ¿El laboratorio es parte de una universidad?: A través de la observación y navegación en las páginas y redes sociales de las distintas empresas competidoras se ha determinado que únicamente el laboratorio de la Universidad Interamericana de Panamá es parte de una institución educativa.

Gráfico 19 Frecuencia de la competencia que cuyo laboratorio forma parte de una universidad



Nota: Elaboración propia

11. ¿El local se encuentra en óptimas condiciones?: A través de la observación y navegación en las páginas y redes sociales de las distintas empresas competidoras se ha determinado que las condiciones físicas de los laboratorios en estudio han sido inspeccionadas a partir de todas las imágenes publicadas en las páginas web y redes sociales de cada uno de ellos. Todas las empresas competidoras en estudio, todas muestran una infraestructura adecuada para ofrecer un servicio de calidad.

3.7 Conclusiones

Según el estudio antes desarrollado, se identificaron empresas del mercado competidor que ofrecen el mismo tipo de servicios que el Laboratorio de Potencia estaría en condiciones de ofrecer.

INSTALACIONES FÍSICAS

Las condiciones físicas de las instalaciones de la competencia son óptimas para poder ofrecer un servicio de calidad al cliente.

SERVICIOS OFRECIDOS POR LA COMPETENCIA

A partir de la información obtenida en el mercado competidor, se puede constatar que los servicios que generalmente son ofrecidos por este tipo de empresas son:

- Pruebas dieléctricas: Entre ellas se pueden mencionar la rigidez dieléctrica y resistividad volumétrica.
- Pruebas físico-químicas: Tales como inspección visual, determinación de color, viscosidad cinemática, gravedad específica, entre otras.
- Pruebas cromatográficas: Análisis de gases disueltos, contenido de PCB y análisis furano.
- Pruebas de alta tensión: El servicio principal es de pruebas de impulso tipo rayo.
- Servicios de educación: Tales como capacitaciones y asesoramientos a empresas.
- Mantenimiento de subestaciones.

MEDIOS DE PROMOCIÓN Y PUBLICIDAD

Los medios a través de los cuales hacen promoción y publicidad las empresas competidoras se reducen a:

- Páginas Web.
- Redes Sociales como Facebook e Instagram.

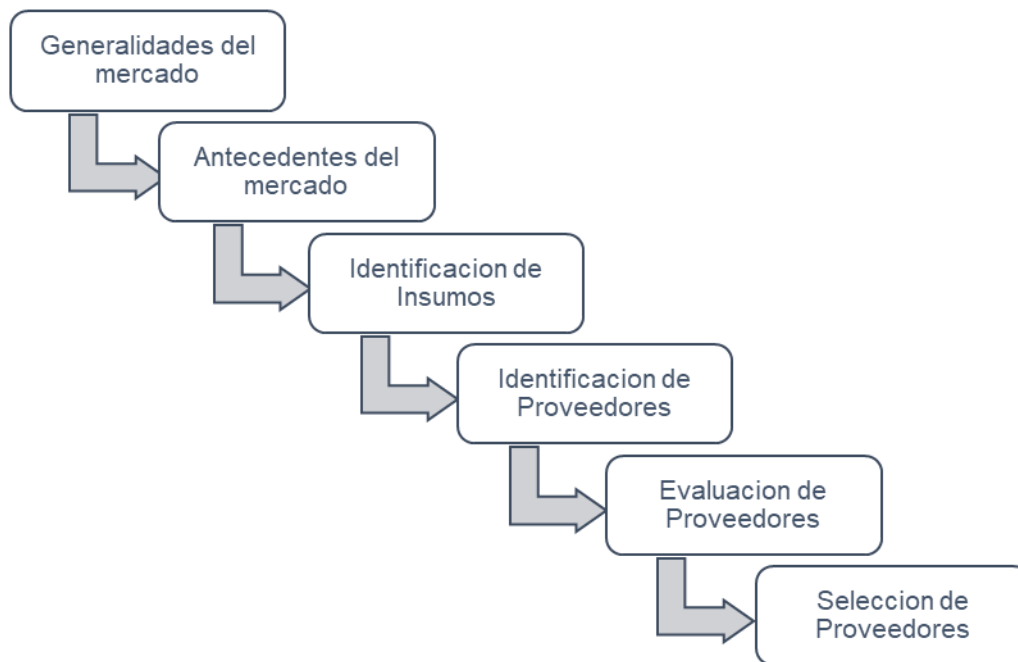
PRECIOS DE PRODUCTOS Y SERVICIOS

A partir de la información recopilada en el estudio del mercado competidor, es difícil determinar un precio estándar de los servicios generalmente son ofrecidos por las empresas competidoras debido a que en ninguna plataforma de red social o página web publican los precios de sus servicios. Únicamente muestran precios de productos que venden estas empresas.

4. MERCADO ABASTECEDOR

4.1 Metodología general del mercado abastecedor

Diagrama 13 Metodología de la Investigación de mercado abastecedor



Nota: Elaboración propia

4.2 Generalidades del mercado abastecedor

El Mercado Proveedor es el conjunto de empresas que en el futuro proporcionarán insumos a la empresa que se crearía con el proyecto. Generalmente el Mercado Proveedor es compartido con la competencia, se debe analizar la disponibilidad de insumos, con frecuencia no se le da a este tema la importancia que posee.

El Mercado Proveedor, como todos los mercados, es dinámico. Su equilibrio puede ser modificado debido al ingreso de una nueva empresa compradora. Por ejemplo, un aumento en la cantidad de insumos demandados puede generar un aumento del precio de los

mismos. Esto provocará una disminución en los márgenes de las empresas y en sus rentabilidades.

El tamaño del proyecto a instalar y su impacto en el equilibrio del mercado proveedor están íntimamente relacionados. Al análisis de precios y cantidades se le debe sumar el estudio de las condiciones de crédito, los plazos de entrega y cumplimiento de los mismos.

Un proveedor puede ser cualquier persona o empresa que abastece los recursos que otra empresa necesita para llevar a cabo su proceso de producción. Los recursos pueden ser bienes y servicios que son transformados para producir un producto.

4.3 Antecedentes del mercado abastecedor

El mercado eléctrico es importante como fuente impulsadora de desarrollo en el país. Sirviendo también como fuente generadora de empleos para varias personas y permitiendo diversificar las operaciones de las organizaciones que ingresan en este negocio. Es por lo que surgieron empresas encargadas de suministrar muchos servicios y/o suministros necesarios para el mantenimiento de todos los generadores de energía. surgieron una serie de empresas encargadas de la distribución de insumos necesarios y así permitir que muchos de estos productos se encuentren en el mercado nacional y reduciendo la dependencia del mercado extranjero, ya que no se contaba con productos de calidad que suplieran las necesidades del mercado.

Tabla 36 Estrategias y Políticas para la adquisición de materias primas e insumos

Adquisición de materias primas, materiales e insumos necesarios	
Estrategias	Políticas
✓ Establecer todos los requerimientos que serán necesarios y que deben cumplir los proveedores de materia prima e insumos para la realización del servicio. ✓ Seleccionar los proveedores que cumplan con todos los requerimientos. ✓ Establecer las políticas de compra referentes a tiempos de entrega, formas de pago y garantías por los proveedores.	✓ Todos los proveedores se deben seleccionar en base a calidad y costos. ✓ La forma de pago se podrá realizar al crédito o al contado. ✓ Todas las compras deben ser realizadas a los proveedores previamente seleccionados. ✓ Todos los insumos adquiridos tendrán que cumplir los requisitos de calidad.

Nota: Elaboración propia

4.4 Fuentes de Información

Tabla 37 Fuentes de información utilizadas para el mercado abastecedor

Fuente de Información	Información requerida	Método de obtención de la información
Secundaria	Generalidades del mercado	Investigación bibliográfica
Secundaria	Identificación de insumos requeridos para prestar los servicios de un laboratorio eléctrico.	Investigación bibliográfica

Secundaria	Proveedores de equipos de laboratorio	Investigación informatizada.
Primaria	Información de las distribuidoras de energía en el país	Entrevistas y visitas
Primaria	Información de los servicios demandados de un laboratorio de potencia	Entrevistas
Primaria	Evaluación de abastecedores de equipo para el laboratorio	Matriz ponderada
Primaria	Estrategias del mercado abastecedor	Análisis del equipo de trabajo

Nota: Elaboración propia

4.5 Identificación de insumos requeridos

Para poder brindar los servicios que el mercado eléctrico demanda en el país es necesario que el Laboratorio de Potencia de la Escuela de Ingeniería Eléctrica ofrezca servicios en cuatro productos fundamentales: Transformadores, Aisladores, Cables y Apartarrayos.

Empezando el estudio por en listar todos los servicios por productos para identificar los insumos necesarios para el mismo.

4.5.1 Transformadores

Rigidez dieléctrica: también conocido como tensión de ruptura es una medida que presenta su habilidad para soportar esfuerzo eléctrico, la importancia de realizar este tipo de ensayo es para saber en qué estado se encuentra el equipo, ya que con el tiempo y por las condiciones de trabajo el aceite pierde la cualidad de ser un aislante, debido a la disminución de su rigidez dieléctrica.

Para poder ofertar este servicio es fundamental que el laboratorio cuente con el siguiente equipo:

Probador de rigidez dieléctrica:

Los medidores de rigidez dieléctrica proporcionan la determinación de la tensión de ruptura de los aceites dieléctricos y proporcionan un método de detección temprana de la reducción de propiedades aislantes de los aceites.

Equipo necesario:

Ilustración 7 Probador de rigidez dieléctrica



Nota: Imagen de referencia retomada de Google Imágenes.

Ilustración 8 Copa estándar para la prueba de rigidez dieléctrica



Nota: Imagen de referencia retomada de Google Imágenes.

Ilustración 9 Papel térmico



Nota: Imagen de referencia retomada de Google Imágenes.

Factor de potencia

El factor de potencia tiene como objetivo medir las pérdidas dieléctricas que ocurren en el aceite aislante cuando este es usado dentro de un campo eléctrico alterno, también indica la energía disipada como calor.

Para poder calcular el factor de potencia es necesario utilizar el siguiente equipo.

Ilustración 10 Medidor de factor de potencia



Nota: Imagen de referencia retomada de Google Imágenes

Ilustración 11 Celda para prueba de medidor de potencia



Nota: Imagen de referencia retomada de Google Imágenes

Inspección visual

Este ensayo sirve verificar el aspecto del aceite, esta característica puede verse afectada por la formación de partículas de todo tipo (metálicas y no metálicas), turbidez, sedimentos, carbón, agua libremente en el aceite y opacidad causada por exceso de humedad.

Equipo a utilizar:

Ilustración 12 Lámpara de bolsillo



Nota: Imagen de referencia retomada de Google Imágenes

Determinación del color

Este ensayo consiste en clasificar el color del aceite de acuerdo a patrones estándar de colores definidos en la norma, la cual el color del aceite aislante es expresado por medio de un valor numérico, el valor del color se determina realizando una comparación del color de la muestra respecto a patrones de colores estándar contenidos en un colorímetro.

El equipo necesario:

Ilustración 13 Colorímetro



Nota: Imagen de referencia retomada de Google Imágenes

Acidez, número de neutralización

El ensayo de número de neutralización conocida también como número de acidez o simplemente acidez, es un análisis químico importante; mide el contenido de ácidos que se forman por la oxidación que se encuentran presente en el aceite.

Equipo necesario:

Ilustración 14 Kit de pruebas en situ - TITRA-LUBE TAN



Nota: Imagen de referencia retomada de Google Imágenes

Análisis de gases disueltos

En la actualidad, se utiliza “La cromatografía de gases”, que es el método más idóneo para identificar los gases, ya que da una perspectiva cualitativa y cuantitativa de los gases disueltos en el aceite del transformador.

Los gases formados como resultado de la descomposición del aceite y la descomposición de la celulosa, tienden a disolverse en el aceite, y para ser analizados, se pueden realizar mediante la técnica de la cromatografía.

Equipo necesario:

Ilustración 15 Medidor de gases disueltos



Nota: Imagen de referencia retomada de Google Imágenes

Contenido de PCB

Por las leyes internacionales del medio ambiente es importante conocer si un equipo que se encuentre en funcionamiento o fuera de servicio contiene PCB, y por precaución solo se recomienda realizar este ensayo en un laboratorio especializado, teniendo las precauciones debidas por ser un contaminante.

Equipo necesario:

Ilustración 16 Equipo Dexil para análisis de PCB's (Kits CLOR-N-OIL-50)



Nota: Imagen de referencia retomada de Google Imágenes

Análisis de furano

El análisis de furanos puede utilizarse para confirmar el análisis cromatografía de gases, cuando la concentración de monóxido de carbono se encuentre con niveles arriba de lo normal este es el más practico ya que no se necesita abrir el transformador para tomar una muestra.

Equipo necesario:

Ilustración 17 Cromatógrafo de alta presión de líquido (HPLC)



Nota: Imagen de referencia retomada de Google Imágenes

Ilustración 18 Frasco Boeco



Nota: Imagen de referencia retomada de Google Imágenes

Ilustración 19 Acetonitrilo



Nota: Imagen de referencia retomada de Google Imágenes

Ilustración 20 Hexano



Nota: Imagen de referencia retomada de Google Imágenes

Ilustración 21 Metanol



Nota: Imagen de referencia retomada de Google Imágenes

Ilustración 22 Tolueno



Nota: Imagen de referencia retomada de Google Imágenes

Ilustración 23 Agua



Nota: Imagen de referencia retomada de Google Imágenes

Prueba de tensión impulso tipo rayo

El objetivo de esta prueba es verificar que las distancias de arco en el aire resistan las sobretensiones transitorias separadas del tipo impulso que pueden provocar perturbaciones de corta duración.

Ilustración 24 Generador de impulso tipo rayo



Nota: Imagen de referencia retomada de Google Imágenes.

En el siguiente cuadro se muestra en detalle del equipo necesario en los ensayos a los transformadores:

Tabla 38 Equipo necesario para la realización de pruebas en transformadores

Prueba	Nombre del insumo o equipo	Modelo o cantidad	Distribuidor	País	Precio	Política de calidad	Reconocida por su actividad
Rigidez dieléctrica	Probador de rigidez dieléctrica	WH-HYYJ502A	Twilight S.A. de C.V.	México	\$2,000.00	-	Si
		HZJQ-1B	Huazheng	China	\$1,250.00	-	Si
Factor de potencia	Medidor de factor de potencia de aislamiento	BAUR DTL C	BAUR	España *	\$900.00	-	Si
		HZGS-206C	United Electrical	China	\$2,500.00	-	Si
	Celda para prueba de factor de potencia	CP TC12	OMICRON / ENERGY S.A. de C.V	USA / El Salvador	-	EN 61010-1:2010 EN 61326-1:2013	Sí
		HZ-2000H	Huazheng	China	\$3,500.00	-	Si
		HZJD-2	HZ	China	\$1,899.00	-	
Inspección visual	Lámpara de bolsillo	MILWAUKEE	Vidri	El Salvador	\$30.95	-	Si
		41-4358	Freund		\$38.90	-	Si
Determinación del color	Colorímetro	HZSD-29	ElectriTest	Reino Unido	\$2,000.00	-	Si
		HZSP-205	United Electrical	China	\$5,000.00	-	Si
		IT-800A	Xiaomi TOP	China	\$800.00	-	-
		TP-2100	TOP	China	\$2,200.00	-	-
			BRIXCO	Colombia	\$24.00	-	-
Acidez, número de neutralización	KIT de pruebas en situ TITRA-LUBE TAN	20 pruebas	Fisher scientific	Estados Unidos	\$190.80	-	Si
		80 pruebas	Fisher scientific	Estados Unidos	\$663.79	-	Si

Gases disueltos	Medidor de gases disueltos	Kelman TRANSPORT X TX2	AAA TESTERS	Estados Unidos	\$212.00		Si
		Kelman Transport X2	NEXT INSTRUMENT	Hong Kong	\$76,165.00		Si
Contenido de PCB	Equipo dexsil para análisis de PCB's	CLOR-N-OIL-50	CTR SCIENTIFIC	México	\$530.00		
			ANDAX INDUSTRIES	Estados Unidos	\$212.00		Si
Análisis de furano	cromatógrafo de alta presión de líquido (HPLC)	HPLC-500	Jiangxi Tianzhao Chronomatography technology Co., Ltd.	China	\$8,250.00		
			Thermo Fisher Scientific Inc	Estados Unidos	\$-		
	Frasco Boeco	500mL	Norquímicos LTDA	Colombia	\$2.50	ISO 4796-1	
		250mL	AgroBiotek El Salvador	El Salvador	\$4.50		
	Acetonitrilo	4 L	MERCK S.A	El Salvador	\$152.55		Si
		4 L	Reactivos y equipos	Mexico	\$94.00	-	Si
	Hexano	1 L	FALMAR S.A DE C.V.	El Salvador	\$18.00		Si
		1 L	RGH de El Salvador S.A DE C.V.	El Salvador	\$24.75		Si
	Metanol	1 L	RGH DE EL SALVADOR S.A DE C.V.	El Salvador	\$8.46		Si
		1 L	MG Química	México	\$6.11		
Prueba de tensión de impulso tipo rayo	Generador de impulsos tipo rayo	HMCJ	Highvolt	EEUU	\$20,000.00	- -	Si
		HZCJ-300KV	Huazheng	China	\$30,000.00		-

Nota: Elaboración propia

4.5.2 Aisladores:

Factor de potencia

Este tipo de ensayo sirve para verificar la integridad del estado del aislamiento de los componentes de los interruptores de potencia, debe verificarse con esta medición el estado del aislamiento de las bornas de los interruptores de alta tensión de tanque muerto.

Equipo a utilizar:

Ilustración 25 Sistema de prueba de capacitancia



Nota: Imagen de referencia retomada de Google Imágenes

Prueba de tensión impulso tipo rayo

El objetivo de esta prueba es verificar que las distancias de arco en el aire resistan las sobretensiones transitorias separadas del tipo impulso que pueden provocar perturbaciones de corta duración.

Ilustración 26 Generador de impulso tipo rayo



Nota: Imagen de referencia retomada de Google Imágenes.

En el siguiente cuadro se muestra en detalle del equipo necesario en los ensayos a los aisladores:

Tabla 39 Equipo necesario para la realización de pruebas en aisladores

Prueba	Nombre del insumo o equipo	Modelo o cantidad	Distribuidor	País	Precio	Política de calidad	Es reconocida por su actividad
Factor de potencia	Sistemas de prueba de capacitancia	CPC 80 + CP TD12/15	Ómicron	México	\$2,500.00	Si	Si
		TDC3100	HAOMAI	China	\$3,000.00	ISO9001:2015 ISO14001:2015	-
Prueba de tensión impulso tipo rayo	Generador de impulsos tipo rayo	HMCJ	Highvolt	EEUU	\$20,000.00	-	Si
		HZCJ-300KV	Huazheng	China	\$30,000.00	-	-

Nota: Elaboración propia

4.5.3 Cables

Factor de potencia

El ensayo nos permite determinar con gran precisión el estado del cable, los efectos del envejecimiento, así como el grado de humedad o formación de arborescencias acuosas.

Equipo:

Ilustración 27 Sistema de prueba de capacitancia



Nota: Imagen de referencia retomada de Google Imágenes

4.5.4 Ensayo de impulso tipo rayo

El ensayo de tensión soportada a los impulsos evalúa la capacidad del cable de soportar estas posibles condiciones durante su vida útil.

Ilustración 28 Generador de impulso tipo rayo



Nota: Imagen de referencia retomada de Google Imágenes

En el siguiente cuadro se muestra en detalle del equipo necesario en los ensayos a cables:

Tabla 40 Equipo necesario para la realización de pruebas en cables

Prueba	Nombre del insumo o equipo	Modelo o cantidad	Distribuidor	País	Precio	Política de calidad	Reconocida por su actividad
Factor de potencia	Sistemas de prueba de capacitancia	CPC 80 + CP TD12/15	OMICRON / ENERGY S.A. de C.V	USA / El Salvador	\$2,500.00	-	Si
		MIT525-US	Testing	El Salvador	\$5,800.00		
Prueba de tensión impulso tipo rayo	Generador de impulsos tipo rayo	HMCJ	Highvolt	EEUU	\$20,000.00	-	Si
		HZCJ-300KV	Huazheng	China	\$30,000.00		

Nota: Elaboración propia

4.5.5 Apartarrayos

Factor de potencia

Permite identificar cambios en sus propiedades dieléctricas debidos a los efectos de contaminación o envejecimiento

Ilustración 29 Medidor de factor de potencia de aislamiento



Nota: Imagen de referencia retomada de Google Imágenes

Ensayo de impulso tipo rayo

El ensayo de tensión soportada a los impulsos evalúa la capacidad del cable de soportar estas posibles condiciones durante su vida útil.

Ilustración 30 Generador de impulso tipo rayo



Nota: Imagen de referencia retomada de Google Imágenes

En el siguiente cuadro se muestra en detalle del equipo necesario en los ensayos a apartarrayos:

Tabla 41 Equipo necesario para la realización de pruebas a apartarrays

Prueba	Nombre del insumo o equipo	Modelo o cantidad	Distribuidor	País	Precio	Política de calidad	Reconoci da por su actividad
Factor de potencia	Sistemas de prueba de capacitancia	CPC 80 + CP TD12/15	OMICRON / ENERGY S.A. de C.V	USA / El Salvador	\$2,500.00	-	Si
		MIT525-US	Testing	El Salvador	\$5,800.00		
Prueba de tensión impulso tipo rayo	Generador de impulsos tipo rayo	HMCJ	Highvolt	EEUU	\$20,000.00	-	Si
		HZCJ-300KV	Huazheng	China	\$30,000.00		

Nota: Elaboración propia

4.6 Criterios para la evaluación de proveedores

Criterio 1 “Ubicación”

Se tomará en cuenta el criterio de ubicación del proveedor de este tipo de productos de manera que el distribuidor se encuentre más cercano a la sede del laboratorio de potencia, esto debido que se reducirían los costos de transporte, menor tiempo en las entregas y mucho mayor facilidad de poder abastecerse en tiempos óptimos ante cualquier situación.

Criterio 2 “Precio”

El precio será un factor importante a considerar, debido a las limitantes con que cuenta el laboratorio de potencias para poder adquirir fondos propios para gastos, por lo cual el precio debe ser un atractivo a la hora de poder decidir por “a” o “b” distribuidor.

Criterio 3 “Forma de pago”

La forma de pago de igual manera es uno de los factores más importante, debido a que el laboratorio depende de un fondo asignado para poder asumir gastos, por este motivo es importante contar con facilidades de pago, llámese créditos disponibles, por si no se cuenta con desembolsos de inmediato, y de esta manera poder adquirir los insumos necesarios cuando así se requiera.

Criterio 4 “Política de calidad” (Se refiere a si el equipo que vende la empresa tiene certificado de calidad o no)

Este factor es de suma importancia debido a los equipos que son utilizados para poder ofrecer los servicios, si el proveedor cuenta con una política de calidad, entiéndase por todos aquellos documentos escritos y que sean de fácil acceso para quienes adquieran los productos, y de esta manera demuestra el compromiso del proveedor con el cliente.

Criterio 5 “Política de garantía”

La política de garantía es un elemento importante ya que de esta manera se generará más confianza y seguridad sobre los equipos por adquirir, la garantía debe ser de manera clara para que esto no genere confusiones del alcance de la misma y tener claro las condiciones establecidas para cada producto adquirido.

Ponderación de criterio

Cada criterio en consideración se ha ponderado en base al nivel de importancia de este, en la siguiente tabla se presenta las ponderaciones de cada criterio.

Tabla 42 Valor de la ponderación de los criterios a utilizar para la selección de proveedores

Criterio	Ponderación
Ubicación	25%
Precio	25%
Forma de pago	10%
Política de calidad	20%
Política de garantía	20%
Total	100%

Nota: Elaboración propia

Las ponderaciones se han determinado a través de un consenso grupal, ya que al poder observar que la gran mayoría de distribuidores de equipos eléctricos pertenecen al extranjero, se determinó que la ubicación tiene una ponderación del 25% porque se ve implicado los costos de fletes y los impuestos a pagar dependiendo el **país de procedencia**.

El precio es otro factor importante con un porcentaje del 25% porque es un criterio muy importante al momento de realizar una solicitud de compra, este se ve influenciado por el presupuesto con el que cuente el laboratorio.

El factor con menos ponderación es la forma de pago, si bien es cierto que el laboratorio debe tener diferentes opciones de pago con los proveedores, es importante tomar en cuenta los montos de compra y el crédito al que pueda aplicar la universidad para poder optar a una condición de pago favorable.

La política de calidad y garantía poseen un importante porcentaje del 20% porque las normativas de los ensayos exigen equipos en excelentes condiciones para poder llevarse a cabo.

4.7 Evaluación de proveedores

Ya asignado la ponderación correspondiente a cada criterio a utilizar, se procede con la evaluación de los proveedores. La metodología será la siguiente.

- Se asignará a cada proveedor una calificación del 1 al 10 por cada uno de los criterios establecidos, esto considerando la información que ha sido recolectada a través de la investigación, conocimiento de sus políticas de pago, garantías, información que ha sido recolectada a través de sus páginas web lo que ha permitido conocer más a cada diferente distribuidor.
- Se multiplicará cada calificación por la correspondiente ponderación del criterio.
- Los proveedores que resulten con mayor valoración en cada servicio por ofertar será la alternativa seleccionada.

Se asignará un número para identificar cada uno de los proveedores.

Tabla 43 Puntuación de los criterios para la selección de los proveedores

Prueba	Insumo	Distribuidor	Criterios				
			Ubicación (0.25)	Precio (0.25)	Forma de pago (0.10)	Política de calidad (0.20)	Garantía (0.20)
Rigidez dieléctrica	Probador de rigidez dieléctrica	Twilight S.A. de C.V.	9	7	8	8	8
		Huazheng	7	8	8	8	8
Factor de potencia	Medidor de factor de potencia de aislamiento	BAUR	9	9	8	8	8
		United Electrical	6	6	8	8	8
	Celda para prueba de factor de potencia	Huazheng	8	8	8	8	8
Inspección Visual	Lampara de bolsillo	Vidri	9	7	8	8	8
		Freund	9	9	8	8	8
Determinación de color	Colorímetro	ElectriTest	8	9	8	8	7
		United Electrical	6	6	8	8	8
Acidez, número de neutralización	Kit de pruebas in situ TITRA-LUBE TAN	Fisher scientific	8	6	8	8	8
		Fisher scientific	8	8	8	8	8
		Highvolt	9	9	8	8	8

Ensayo de impulso tipo rayo	Generador de impulsos tipo rayo	Huazheng	6	7	8	8	8
Factor de potencia (Cables, Apartarrazos y Aisladores)	Sistemas de prueba de capacitancia	OMICRON	8	9	8	8	8
		Testing	10	8	8	8	8
Gases disueltos	Medidor de gases disueltos	AAA TESTERS	8	8	8	8	8
		NEXT INSTRUMENT	6	5	8	8	8
Contenido de PCB	Equipo desxil para análisis de PCB	CTR SCIENTIFIC	8	6	8	6	8
		ANDA INDUSTRIES	7	8	8	8	8
Análisis de furano	Cromatógrafo de alta presión de líquido (HPLC)	Jiangxi Tianzhao Chronomatography technology Co., Ltd.	5	8	8	7	8
		Thermo Fisher Scientific Inc	8	5	8	8	8
	Frasco Boeco	Norquímicos LTDA	6	7	8	8	8
		AgroBiotek El Salvador	9	8	8	8	8
	Acetonitrilo	MERCK S.A	8	7	8	8	8
		Reactivos y equipos	6	6	8	8	7

	Hexano	FALMAR S.A DE C.V.	9	9	8	8	8
		RGH de El Salvador S.A de C.V.	9	8	8	8	8
	Metanol	RGH de El Salvador S.A de C.V.	9	8	8	8	8
		MG Química	7	7	8	8	7
	Tolueno	Analítica Salvadoreña S.A de C.V.	9	8	8	8	8
		ArQuimi	6	6	8	8	6
	Agua	ANDA	9	9	9	9	9

Nota: Elaboración propia

En la siguiente tabla se puede ver la valoración de cada distribuidor siguiendo la siguiente ecuación para el resultado final:

Ecuación 1 Cálculo para la determinación de la valoración de cada distribuidor

$$TOTAL = (n1 * p1) + (n2 * p2) + (n3 * p3) + (n4 * p4) + (n5 * p5)$$

Donde:

n= nota; p = ponderación del criterio

Tabla 44 Valoración total y selección de los distribuidores

Valoración							Total
Probador de rigidez dieléctrica	Twilight S.A. de C.V.	2.25	1.75	0.8	1.6	1.6	8
	Huazheng	1.75	2	0.8	1.6	1.6	7.75
Medidor de factor de potencia de aislamiento	BAUR	2.25	2.25	0.8	1.6	1.6	8.5
	United Electrical	1.5	1.5	0.8	1.6	1.6	7
Celda para prueba de factor de potencia	Huazheng	2	2	0.8	1.6	1.6	8
		0	0	0	0	0	0
Medidor del factor de disipación	Testing	2.5	1.75	0.8	1.4	1.8	8.25
	HZ	1.5	2.25	0.8	1.6	1.8	7.95
Lampara de bolsillo	Vidri	2.25	1.75	0.8	1.6	1.6	8
	Freund	2.25	2.25	0.8	1.6	1.6	8.5
Colorímetro	ElectriTest	2	2.25	0.8	1.6	1.4	8.05
	United Electrical	1.5	1.5	0.8	1.6	1.6	7
KIT de pruebas en situ TITRA-LUBE TAN	Fisher scientific	2	1.5	0.8	1.6	1.6	7.5
	Fisher scientific	2	2	0.8	1.6	1.6	8
Generador de impulsos tipo rayo	Highvolt	2.25	2.25	0.8	1.6	1.6	8.5
	Huazheng	1.5	1.75	0.8	1.6	1.6	7.25
Sistemas de prueba de capacitancia	OMICRON	2	2.25	0.8	1.6	1.6	8.25
	Testing	2.5	2	0.8	1.6	1.6	8.5
Medidor de gases disueltos	AAA TESTERS	2	2	0.8	1.6	1.6	8
	NEXT INSTRUMENT	1.25	1.25	0.8	1.6	1.6	6.5
Equipo desxil para análisis de PCB	CTR SCIENTIFIC	2.0	1.5	0.8	1.2	1.6	7.1
	ANDA INDUSTRIES	1.75	2.0	0.8	1.6	1.6	7.75
Cromatógrafo de alta presión de líquido (HPLC)	Jiangxi Tianzhao Chromomatography technology Co., Ltd.	1.25	2.0	0.8	1.4	1.6	7.05
	Thermo Fisher Scientific Inc	2.0	1.25	0.8	1.6	1.6	7.25
Frasco Boeco	Norquímicos LTDA	1.5	1.75	0.8	1.6	1.6	7.25
	AgroBiotek El Salvador	2.25	2.0	0.8	1.6	1.6	8.25
Acetonitrilo	MERCK S.A	2.0	1.75	0.8	1.6	1.6	7.75
	Reactivos y equipos	1.5	1.5	0.8	1.6	1.4	6.8

Hexano	FALMAR S.A DE C.V.	2.25	2.5	0.8	1.6	1.6	8.75
	RGH de El Salvador S.A de C.V.	2.25	2.0	0.8	1.6	1.6	8.25
Metanol	RGH de El Salvador S.A de C.V.	2.25	2.0	0.8	1.6	1.6	8.25
	MG Química	1.75	1.75	0.8	1.6	1.4	7.3
Tolueno	Analítica Salvadoreña S.A de C.V	2.25	2.0	0.8	1.6	1.6	8.25
	ArQuimi	1.5	1.5	0.8	1.6	1.2	6.6
Agua	ANDA	2.25	2.25	0.9	1.8	1.8	9

Nota: Elaboración propia

El resultado de la selección de cada distribuidor lo podemos observar en el siguiente cuadro resumen.

Tabla 45 Tabla resumen de selección de proveedores

Equipo	Distribuidor	País de origen
Probador de rigidez dieléctrica	Twilight S.A. de C.V.	México
Medidor de factor de potencia de aislamiento	BAUR	China
Celda para prueba de factor de potencia	Huazheng	China
Medidor del factor de disipación	Testing	El Salvador
Lampara de bolsillo	Freund	El Salvador
Colorímetro	ElectriTest	Reino Unido
KIT de pruebas en situ TITRA-LUBE TAN	Fisher Scientific	USA
Generador de impulsos tipo rayo	Highvolt	USA
Sistemas de prueba de capacitancia	Testing	El Salvador
Medidor de gases disueltos	AAA TESTERS	USA
Equipo desxil para análisis de PCB	ANDAX INDUSTRIES	USA
Cromatógrafo de alta presión de líquido (HPLC)	Thermo Fisher Scientific Inc	USA
Frasco Boeco	AgroBiotek El Salvador	El Salvador
Acetonitrillo	MERCK S.A	El Salvador
Hexano	FALMAR S.A DE C.V.	El Salvador
Metanol	RGH de El Salvador S.A de C.V.	El Salvador
Tolueno	Analítica Salvadoreña S.A de C.V	El Salvador
Agua	ANDA	El Salvador

Nota: Elaboración propia

De esta manera podemos observar que para todos los servicios considerados que el laboratorio ofrecería los podemos adquirir generando una relación con 17 diferentes distribuidores de equipo eléctricos entre estos nacionales y extranjeros que a criterio del grupo son los mejores posicionados en el mercado para poder ofrecer un producto de calidad que se adapte a las necesidades que como laboratorio se está buscando

4.8 Conclusiones del mercado abastecedor

La selección de los proveedores puede variar por la complejidad de los servicios por ofrecer, el proceso de selección por A, o B distribuidor puede variar dependiendo el número de productos por adquirir.

Los criterios de medición de proveedor que se le dan más importancia son: el precio y la ubicación, y al ser una actividad tan compleja como ofrecer servicios en un laboratorio, también se consideraron la calidad y las garantías ofrecidas por los proveedores.

La ubicación del proveedor es fundamental a la hora de tomar decisiones, al ser en gran parte equipo el que se necesita adquirir los precios pueden variar e incrementarse por los costos que implica trasladarlos al país.

5. MERCADO DISTRIBUIDOR

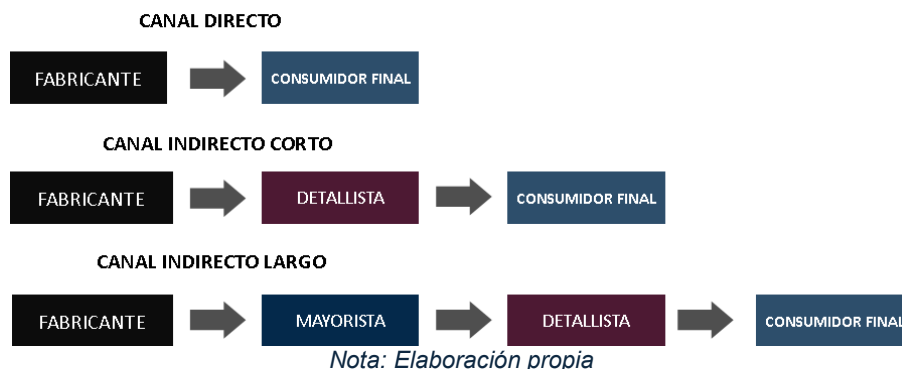
5.1 Antecedentes del mercado distribuidor

Los canales de distribución se entienden como la estructura logística conformada por una serie de elementos que interaccionan entre sí con el fin de llevar al consumidor final el producto en el tiempo que lo necesita y con la calidad que se requiere para satisfacer una necesidad.

Existen diferentes tipologías en cuanto a la categorización de los canales, sin embargo, todos los autores coinciden que los canales pueden definirse desde una interacción directa de la empresa con el consumidor final hasta el último tipo de canal donde la empresa no llega a conocer al consumidor final debido a una larga cadena de intermediarios.

En el caso del Laboratorio de Potencia se optará por tomar la siguiente convención para categorizar el tipo de distribución que corresponde al servicio:

Diagrama 14 Tipos de canales de distribución de un producto



Un canal de distribución se refiere a canal que se usa para llevar el producto desde el fabricante o creador hasta el consumidor final.

El canal de distribución directo es aquel que las empresas utilizan para comercializar sus productos y distribuirlos directamente a sus clientes. Es decir, sin intermediarios. Del fabricante al consumidor final.

El canal de distribución indirecto es aquel que para distribuir un servicio o producto existen intermediarios entre el proveedor y el usuario o consumidor final. Aquí podemos mencionar dos tipos de canales de distribución: indirectos cortos e indirectos largos.

En un canal indirecto corto el número de intermediarios es pequeño, los productos llegan al minorista por parte del fabricante y son vendidos directamente al consumidor.

En el canal indirecto largo el producto pasa por un mayor número de intermediarios antes de llegar al consumidor. Son los más habituales, y constan con un número mínimo de cuatro niveles: fabricante, mayorista, minorista y cliente.

5.2 Análisis de requisitos para distribuidores

El siguiente análisis, se desarrolla como una alternativa, en caso que las autoridades de la FIA opten por contratar un servicio logístico especializado para el transporte del equipo en el mediano o largo plazo.

Tabla 46 Descripción del perfil inicial necesario para la selección de un distribuidor para el laboratorio

PERFIL INICIAL DE DISTRIBUIDOR	
Cobertura	El distribuidor deberá cubrir en su totalidad el área de cobertura del mercado consumidor.
Experiencia en el mercado	El distribuidor deberá contar con experiencia en el transporte de dispositivos eléctricos de mediana o alta tensión, esto debido a que se deberá asegurar el correcto manejo de los objetos de prueba durante la carga y descarga del envío y entrega, para evitar daños previos a los ensayos o daños posteriores al mantenimiento del equipo.
Condiciones de pago	El distribuidor deberá acoplarse a las condiciones de pago establecidas por la contraparte.
Facilidades de entrega	El distribuidor deberá ser capaz de comprometerse a cumplir con las fechas y horas de entrega de los equipos, así como a inspeccionar e inventariar los equipos en entregados por el cliente y la contraparte con el fin de verificar que estos se encuentren en las condiciones descritas por las partes involucradas en el servicio.
Capacidad de almacenamiento	El distribuidor deberá contar con el conocimiento en el manejo de equipo para su transporte, además de contar con espacio físico suficiente para realizar el almacenamiento temporal durante el transporte del equipo hacia el laboratorio y hacia el cliente.

Nota: Elaboración propia

5.3 Identificación de posibles opciones de distribución de los productos en estudio.

Tomando en cuenta el estudio preliminar de los canales de distribución utilizados por la competencia, así como los requerimientos físicos con los cuales estos deben de contar se realiza un listado de los posibles candidatos a ser los distribuidores para la contraparte:

Tabla 47 Medios propuestos para la distribución del servicio

CANAL DE DISTRIBUCIÓN FORMAL		
MEDIO	DIRECCIÓN	RAZÓN
Laboratorio de Potencia	Final 25 Avenida Norte. Ciudad Universitaria, San Salvador, San Salvador, El Salvador.	Servicio de transporte ofrecido por el laboratorio para el recibimiento y entrega de los equipos.
Empresa logística Transar S.A de C.V	San Salvador. Urbanización Industrial Plan De La Laguna, Polígono D, Pasaje A, Antiguo Cuscatlán.	Empresa de servicios logísticos.
A través del cliente	-	El servicio de distribución corre a cargo del cliente, tanto la entrega

		de los objetos de estudio como la devolución después de la prueba.

Nota: Elaboración propia

5.4 Recolección de información

La recolección de información se hizo a través de entrevistas a expertos en el área de Potencia.

ENTREVISTA #1

Ficha técnica: Entrevista a expertos en el área de alta tensión, para conocer las necesidades y requerimientos de un sistema de transporte de equipos de alta tensión.

Tabla 48 Ficha técnica para la entrevista n#1

Título de la reunión	Entrevista a expertos en el área de alta tensión, para conocer las necesidades y requerimientos de un sistema de transporte de equipos de alta tensión.
Grupo Objetivo	Expertos en el área de alta tensión, colaboradores de empresas de distribución eléctrica.
Tipo de Investigación	Cualitativa
Metodología	Concluyente
Técnica	Entrevista
Lugar	San Salvador, El Salvador. Reunión en línea mediante Microsoft Teams.
Fecha de Realización	Sábado 26 de junio de 2022
Duración	1 h
Materiales	Grabadora, guía de indagación.
Número de Participantes	3
Moderador	Erick Rommel Orellana Abrego Gerson Edgardo Ramírez González
Entrevistado	Ing. Jorge Sosa Martínez

Nota: Ficha técnica elaborada para la entrevista con el Ingeniero Jorge Sosa Martínez, encargado de mantenimiento en empresa CAESS. Elaboración propia.

Fecha: Sábado 25 de junio de 2022

Lugar: San Salvador, videollamada por Google Meets **Hora:** 4:30 p.m.

Entrevistado: Ing. Jorge Sosa Martínez.

Cargo: Encargado de Mantenimiento en CAESS.

Empresa: CAESS El Salvador

Moderador/es: Br. Erick Rommel Orellana Abrego, Br. Gerson Edgardo Ramírez González.

Duración: De 4:30 p.m a 5:30 p.m

Primero que nada, me gustaría agradecerle por tomar parte de su tiempo para esta entrevista, mi nombre es (nombre del entrevistador), y nos gustaría hacerle algunas preguntas relacionadas al transporte de equipo de alta tensión.

1. **¿Cuenta CAEES con equipo para el transporte de transformadores?**
Sí, la empresa posee equipo de transporte propio.
2. **¿Conoce el proceso de transporte de estos equipos?**
Sí.
3. **¿Existen requerimientos para el transporte?**
La mayoría de los equipos no poseen requerimientos especiales, sin embargo, algunos transformadores debido a su tamaño y fragilidad es necesario seguir con normas para el traslado del equipo.
4. **¿Los encargados de transportar estos equipos deben tener algún tipo de certificación?**
No, no es necesario, pero si es importante que sepan manejar el equipo para la carga y descarga del mismo.
5. **¿Otros elementos como Apartarrayos, Cables de Potencia, Aisladores necesitan algún tipo de transporte especial?**
No
6. **¿Para la empresa es más factible transportar sus propios equipos o hacer uso de un tercero?**
Es más conveniente que sea la empresa quien distribuya sus propios equipos, debido al costo de estos y cuando es necesario llevar algún equipo a mantenimiento, es la empresa quien se encarga de su transporte.

ENTREVISTA #2

Para la entrevista 2 (véase el anexo 4) se extrajo la pregunta 2, que hace referencia a la posible distribución del servicio por parte del Laboratorio.

Título de la reunión: Necesidades del Laboratorio de Potencia para la prestación de servicios a la empresa privada, con el fin de creación de herramientas para el levantamiento de información.

Tabla 49 Ficha técnica utilizada para la entrevista n#2

Título de la reunión	Necesidades del Laboratorio de Potencia para la prestación de servicios a la empresa privada, con el fin de creación de herramientas para el levantamiento de información.
Grupo Objetivo	Director de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de El Salvador.
Tipo de Investigación	Cualitativa
Metodología	Concluyente
Técnica	Entrevista
Lugar	San Salvador, El Salvador. Reunión en línea mediante Google Meet.
Fecha de Realización	Martes 21 de junio de 2022
Duración	1 h
Materiales	Grabadora, guía de indagación.
Número de Participantes	4
Moderador	Erick Rommel Orellana Abrego Gerson Edgardo Ramírez González Bryan Andy Silva Rodríguez

Entrevistado Ing. Armando Martínez Calderón

Nota: Ficha técnica elaborada para la entrevista con el Ingeniero Armando Martínez Calderón, Director de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de El Salvador. Elaboración propia.

Fecha: Martes 21 de Junio de 2022

Lugar: San Salvador, videollamada por Google Meet**Hora:** 10:00 a.m.

Entrevistado: Ing. Armando Martínez Calderón

Cargo: Director de la EIE de la FIA de la Universidad de El Salvador

Moderador/es: Br. Erick Rommel Orellana Abrego, Br. Bryan Andy Silva Rodríguez, Br. Gerson Edgardo Ramírez González.

Duración: De 10:00 a.m a 11:00 a.m

2 ¿Es factible que el Laboratorio de Potencia sea el encargado del recibimiento y entrega de equipos por parte de los clientes?

No, debido a factores humanos y del costo de los equipos, para el laboratorio es preferible que sea la empresa que adquiere el servicio quien se encargue del traslado para asegurar su integridad.

5.5 Selección del canal de distribución

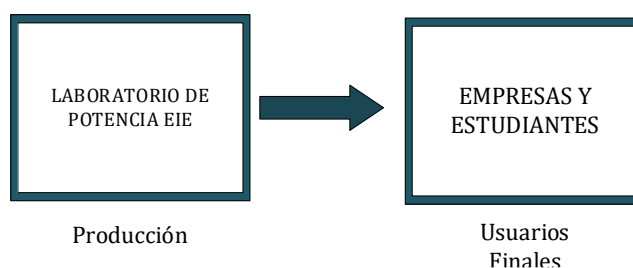
A partir del esquema anterior, se puede deducir que el canal que mejor se adapta al laboratorio es un canal directo, donde no existe algún tipo de intermediario debido a que los clientes deben llegar directamente al recinto para poder recibir los servicios ofrecidos.

El canal directo es aquel canal en donde la empresa tiene la mayor interacción con los clientes debido a que el servicio se ofrece directamente, este proceso se da cuando los clientes llegan directamente al laboratorio y hacen uso del servicio a través de los laboratoristas.

Es importante señalar que el laboratorio no es responsable del traslado de los objetos de prueba, además estos se mantendrán en el recinto mientras se realiza la prueba.

El proyecto además se limita a la implementación del Laboratorio de Potencia como canal único de distribución de los servicios, el laboratorio actuará como productor del servicio, las empresas y los estudiantes solicitantes de los servicios serán los consumidores finales.

Diagrama 15 Descripción gráfica del modelo de distribución seleccionado



Nota: Elaboración propia

5.6 Identificación de las características y requisitos de distribución de los objetos de prueba.

Parte de las obligaciones del laboratorio es garantizar la seguridad de los objetos de prueba que se encuentren dentro de él, por lo que a continuación se resaltan los requerimientos de almacenamiento que garantizan que el equipo se mantendrá en óptimas condiciones antes, durante y posteriormente a las pruebas.

5.6.1 Análisis de requerimientos de almacenamiento

Transformadores:

- El transformador debe ser almacenado totalmente ensamblado como si estuviese energizado en su ubicación final o permanente y debe mantenerse lo más lejos posible del contacto con agua.
- No se debe almacenar transformadores apilados (uno encima del otro) y se deben mantener sobre piso firme y nivelado.
- En el caso que un transformador necesite ser almacenado por un periodo de tiempo mayor a un (1) año, se recomienda que el espacio por encima del aceite se llene con aire seco o nitrógeno a dos (2) psi o tres (3) psi; esto evitará el ingreso de humedad.
- Se debe estar revisando que la presión se mantenga positiva.

Aisladores:

- No se debe dejar los aisladores descansar sobre protecciones de caucho de silicona durante el transporte o el almacenamiento para evitar deformaciones.
- Se debe mantener los aisladores secos, limpios y protegidos de los daños mecánicos.
- El aislador debe permanecer envuelto en un material antihumedad sellado y con producto desecante durante el transporte y el almacenamiento.
- La envoltura de protección suministrada no se debe abrir si se va a almacenar el aislador.
- Después de la prueba del transformador, también es importante sellar el aislador con la envoltura de protección suministrada o una envoltura antihumedad similar combinada con un producto desecante.
- La envoltura hace de protección durante el transporte y el almacenamiento (<6 meses). Si el tiempo de almacenamiento es mayor a 6 meses, se debe poner en contacto con el fabricante.
- Los aisladores se pueden transportar y almacenar en cualquier ángulo, desde vertical hasta horizontal.

Cables:

En el caso de carretes:

- Deben ser instalados en lugares con un suelo duro y firme, que impida que las alas se incrusten en el suelo dejando el conductor en contacto con él y soportando el peso total del carrete.
- Deben ser colocados de tal forma que se pueda ver fácilmente las placas de identificación.

- Los carretes deberán estar colocados de tal forma que en ningún caso las alas de uno toquen el material de otro carrete.
- No deben ser almacenados en lugares en donde les puedan caer objetos de construcción, piedras, herramientas, etcétera; como así tampoco en lugares expuestos a salpicaduras de productos químicos o derivados del petróleo y áreas de mucho calor.

5.7 Hallazgos del mercado distribuidor.

A partir de los resultados obtenidos por medio de las entrevistas a expertos en el área, se obtuvieron los siguientes hallazgos:

- A través de las entrevistas se puede observar que no es conveniente para el laboratorio de potencia bajo ningún sentido, recoger y entregar los objetos de prueba a los clientes por medio de un servicio de transporte propio.
- De comprometerse el laboratorio con el transporte de los objetos de estudio, será necesario incluir un servicio de geolocalización del equipo, que además permita determinar la velocidad en que el vehículo se moviliza para prevenir daños causados por el movimiento brusco.
- Las empresas distribuidoras de energía cuentan con servicios logísticos que les permiten garantizar el movimiento de los objetos de estudio sin dañar los equipos.
- Algunos objetos de prueba como lo son los transformadores de potencia, requieren de maquinaria especializada y contar con conductores capacitados para el manejo de estos equipos.
- Otros objetos de prueba como los cables de potencia, apartarrayos, aisladores, etc. no requieren de un transporte especializado, sin embargo, siempre es necesario proteger los equipos contra golpes debido a la fragilidad de algunos elementos de los que están contruidos.
- De acuerdo con la investigación realizada, no es factible para el laboratorio de potencia comprometerse con el transporte de los objetos de prueba debido a lo costoso que resulta ser y el peligro del mal manejo de estos.
- Las estrategias para la distribución se enfocarán en adelante en el manejo del equipo dentro del laboratorio.

CAPITULO IV: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1. PROCESO DE DISEÑO

Krick (1994) señala que el proceso de diseño se relaciona con la obtención de los hechos, con el proceso de meditar, con la toma de decisiones y con otras fases de las actividades en las que un diseñador se ve envuelto al buscar una solución, por consiguiente, este proceso de diseño se trata de una metodología general para la solución de problemas

El procedimiento para el proceso de diseño consta de 5 fases:

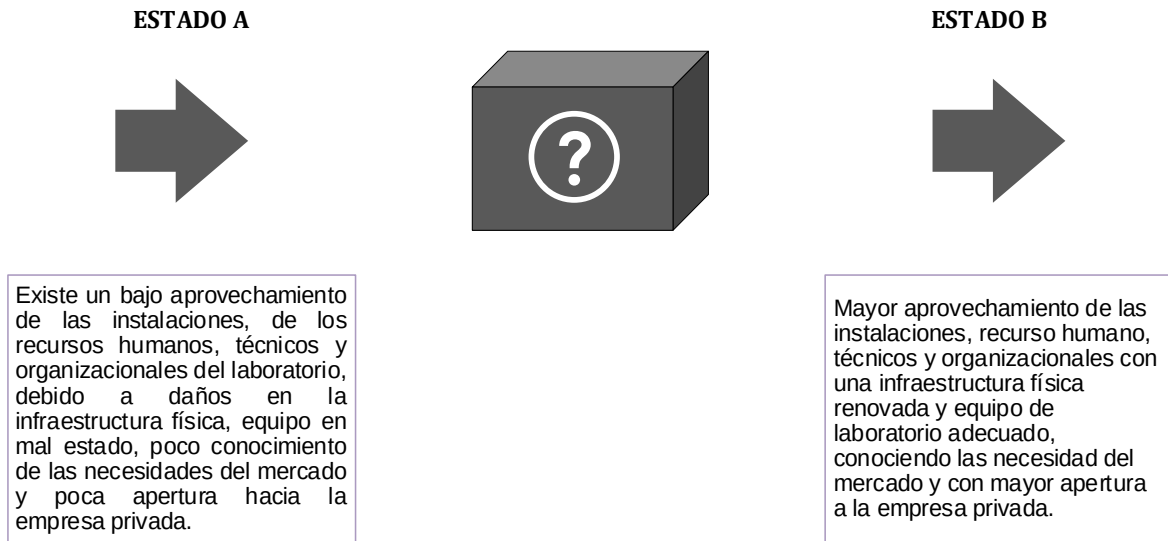
- **Formulación** del problema
- **Análisis** del problema
- **Búsqueda** de alternativas
- **Evaluación** de las alternativas
- **Especificación** de la solución preferida.

Estas 5 fases del proceso de diseño se describen y se aplican a continuación:

1.1 Formulación del problema

Es una descripción breve y general de las características de un problema, libre de detalles y restricciones, esencialmente la identificación de los estados A (Entradas) y B (Salidas).

Diagrama 16 Identificación de los estados A y B para la formulación del problema



Nota: Modelo de proceso de diseño, también conocido como “caja negra” propuesto por Edward V. Krick.

Elaboración propia

1.1.1 Enunciado del problema

¿Cómo reactivar el laboratorio de potencia que le permita tener las condiciones físicas e insumos adecuados que cubran las necesidades del mercado ofreciendo una variedad de servicios de calidad?

1.2 Análisis del Problema

Es la determinación detallada de las características del problema, incluyendo las restricciones. Esta fase se refiere principalmente a las especificaciones de los estados A y B, de los criterios y su importancia relativa, así como de las restricciones.

Para ello se tomarán se considerarán las variables que intervendrán en la solución:

- Variables de entrada
- Variables de salida
- Variables de solución
- Restricciones.

1.2.1 Variables de entrada y salida

Las variables de entrada son todos aquellos recursos materiales, humanos o de información que constituyen aquello con lo que se cuenta para resolver el problema.

Las variables de salida son el resultado esperado de “procesar” los recursos conocidos como variables de entrada, son además el resultado del funcionamiento de la solución.

Tabla 50 Identificación de las variables de entrada y salida y sus limitaciones

VARIABLES DE ENTRADA	LIMITACIONES DE ENTRADA
Personal calificado para ofrecer los servicios.	Por el momento la Escuela de Ingeniería Eléctrica cuenta con poco personal calificado disponible.
Espacio físico actual del laboratorio.	La infraestructura se encuentra en mal estado debido al poco mantenimiento.
Promoción de los servicios del laboratorio.	Se deben crear los canales de promoción.
Diversificación de los servicios.	Se necesita la adquisición de equipo necesario para nuevos servicios.
Disponibilidad del equipo necesario para las pruebas.	El equipo solo se puede adquirir en el extranjero.
Deficiencias en la organización del laboratorio.	No se cuenta con documentos sobre el diseño organizacional.
VARIABLES DE SALIDA	LIMITACIONES DE SALIDA
Reconocimiento en el mercado como laboratorio de alta calidad.	Prestigio de los servicios bajo las necesidades del mercado nacional.
Beneficio económico.	Obtención de las utilidades.
La mejora de la máquina de prueba de impulso.	Reparación y actualización del equipo existente.
Espacio adecuado para prácticas e investigaciones.	Reparación, adecuación y adquisición de material, equipo e infraestructura del laboratorio.
Adquisición de nuevo equipo.	Dependencia de proveedores en el extranjero.
Prestación de nuevos servicios.	Capacidad del laboratorio para ofertar pruebas/servicios según las necesidades del mercado consumidor.

Contratación de más personal.	Pago de salarios / personal capacitado para los puestos de trabajo.
Certificación del laboratorio.	Los requerimientos para obtener la certificación y su renovación.

Nota: Elaboración propia

1.2.2 Variables de solución

- **Elementos técnicos:** Es la variación de la solución en cuanto a aspectos de maquinaria y equipo, diseño, métodos, logística empresarial, etc.
- **Mercado:** Son los diferentes mercados que puede cubrir la solución.
- **Elementos de financiamiento:** Son las diferentes formas y fuentes de financiamiento que pueda tener la solución.
- **Elementos legales:** Son las leyes y normativas vigentes en el país, que se deben cumplir en la solución.

1.2.3 Restricciones

Las restricciones son las limitaciones de las variables de la solución, pudiendo fijarse a priori a algunas variables, las que no podrán ser alteradas por el diseñador de la solución.

1. La propuesta de la solución incluye únicamente la realización de ensayos técnicos y capacitaciones según las necesidades del mercado consumidor.
2. La propuesta de solución solo toma en cuenta como consumidores directos a las empresas de distribución de energía más importantes del país categorizadas como gran empresa según lo mencionado en la caracterización del mercado consumidor.
3. La reactivación del laboratorio está sujeta a la infraestructura con la que ya se cuenta.
4. Los servicios dependen de que la adquisición de equipo para realizar las pruebas esté certificada bajo normas internacionales.
5. Para funcionar como laboratorio es necesaria la acreditación bajo la norma NTS ISO/IEC 17025:2017.

1.2.4 Criterios

Los criterios servirán para evaluar las diferentes soluciones por cada variable considerada y de esta manera encontrar la mejor solución:

- **Monto de la inversión:** La solución debe justificar su costo de implementación y operación con el logro de objetivos.
- **Necesidad del mercado:** La solución debe satisfacer las necesidades identificadas en el estudio de mercado al mercado consumidor.
- **NTS ISO/IEC 17025:2017:** La solución debe contar con la acreditación de la norma NTS ISO/IEC 17025:2017 para poder funcionar como laboratorio y poder ofrecer sus servicios.
- **Alianzas estratégicas:** La solución debe crear relaciones de colaboración entre la empresa privada y la Universidad de El Salvador.
- **Facilidad de implementar la solución:** La solución debe ser práctica para que pueda ser asimilada y entendida por las autoridades de la FIA.

1.2.5 Volumen

La solución es única y consiste en un modelo de laboratorio que podrá ser aplicado por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura para la prestación de servicios enfocados en ensayos técnicos y capacitaciones.

1.2.6 Uso

Se pretende que el modelo de laboratorio opere de forma indefinida, con revisiones anuales con fines de mejorar el servicio y dar mantenimiento al equipo y las instalaciones.

1.3 Búsqueda de las alternativas

La búsqueda de una variedad de soluciones posibles para la reactivación del laboratorio. Es importante destacar que en todas las soluciones es necesario restaurar las instalaciones del laboratorio de potencia para contar con espacios adecuados para realizar los servicios, contar con el personal capacitado en las áreas técnicas del laboratorio y contar con los elementos organizacionales como políticas, manuales y procesos definidos.

1.3.1 Solución 1

Esta alternativa orientará los servicios del Laboratorio de Potencia específicamente a las distribuidoras de energía eléctrica de El Salvador en donde el laboratorio ofrecerá servicios de pruebas y ensayos, trabajos de investigación y funcionará como un centro de capacitación para colaboradores de las distribuidoras antes mencionadas; sin cerrar la posibilidad a estudiantes y docentes de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador a hacer uso de las tecnologías que la conforman.

El laboratorio funcionará bajo la misma razón social de la Universidad de El Salvador y será una institución pública y autónoma, el tamaño del laboratorio según la clasificación de Naidu y Kamaraju será de Laboratorio Pequeño que corresponde al diseño de laboratorios construidos usualmente para Universidades.

El proceso de transporte y entrega de los equipos al laboratorio será gestionado por las empresas de distribución de energía, así como el proceso de entrega y reparto de los objetos de prueba que ya se hayan sometido a las pruebas.

El laboratorio aceptará pagos por medio de transferencias electrónicas y en moneda local a nombre de la Universidad de El Salvador en concepto de prestación de servicios.

Las actividades se desarrollarán dentro del local del laboratorio, los clientes de las distribuidoras eléctricas de El Salvador se recibirán en las instalaciones del laboratorio en un horario establecido previamente. Las visitas de entidades externas a la Universidad de El Salvador estarán siempre acompañadas del encargado del Laboratorio de Potencia.

Los servicios del Laboratorio de Potencia desarrollados dentro de esta alternativa, con base en la selección de servicios a ofertar en la determinación de las necesidades del mercado consumidor serán:

- a. Rigidez dieléctrica.
- b. Factor de potencia.

- c. Determinación de color.
- d. Acidez (número de neutralización).
- e. Análisis de gases disueltos.
- f. Inspección visual.
- g. Contenido de PCB.
- h. Análisis de furano.
- i. Prueba de impulso de tipo rayo.

Los servicios a ofertar y su priorización van acorde a lo presentado en apartados anteriores, también es importante destacar que en esta solución es necesario que el laboratorio cuente con la certificación NTS ISO/IEC 17025:2017 y que todos los equipos para la realización de los ensayos que se adquieran estén debidamente certificados y que exista una remodelación de las instalaciones.

1.3.2 Solución 2

Esta alternativa orientará las actividades del laboratorio de Potencia a la formación de los estudiantes de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador en donde podrán realizar prácticas de laboratorio y trabajos de investigación.

El laboratorio funcionará bajo la misma razón social de la Universidad de El Salvador y será una institución pública y autónoma, el tamaño del laboratorio según la clasificación de Naidu y Kamaraju será de Laboratorio Pequeño que corresponde al diseño de laboratorios construidos usualmente para Universidades.

El proceso de transporte y entrega de los objetos de prueba al laboratorio será gestionado por personal encargado del laboratorio, así como del manejo de los objetos de prueba que ya no puedan ser utilizados.

El laboratorio aceptará pagos por medio de transferencias electrónicas y en moneda local a nombre de la Universidad de El Salvador en concepto de prestación de servicios en los casos que se requiera por ejemplo servicios de posgrado o educación continua.

Las actividades se desarrollarán dentro del local del laboratorio, los estudiantes asistirán al desarrollo de prácticas en un horario establecido para los diferentes grupos de laboratorio, estas prácticas serán guiadas por el docente coordinador de cátedra y con el acompañamiento de la persona encargada del laboratorio.

Los servicios del Laboratorio de Potencia desarrollados dentro de esta alternativa, con base en la selección de servicios a ofertar son:

- 1. Rigidez dieléctrica
- 2. Factor de potencia
- 3. Acidez (número de neutralización)
- 4. Prueba de impulso de tipo rayo

Los servicios a ofertar difieren del presentado en apartados anteriores, debido a que se ha priorizado los ensayos que las empresas de distribución eléctrica realizan en el país y descartando los que se realizan en el exterior según lo indagado hasta la fecha.

Debido a que el objetivo de la presente solución es brindar a los estudiantes de ingeniería eléctrica un espacio físico adecuado para realizar sus prácticas de laboratorio en el área de potencia, es importante una remodelación del espacio físico para la acomodación de los equipos y del salón de clases, por este mismo motivo, no es necesario que el laboratorio cuente con la certificación NTS ISO/IEC 17025:2017.

1.3.3 Solución 3

Esta alternativa estará orientada a la prestación de servicios tanto a las distribuidoras de energía del país como a los estudiantes de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, donde las actividades son una mezcla entre la alternativa 1 y 2, donde el laboratorio ofrecerá servicios de pruebas/ensayos y a su vez funcionará como un centro de capacitación para colaboradores de las distribuidoras, mientras que los estudiantes realizarán prácticas de laboratorio y trabajos de investigación.

El laboratorio funcionará bajo la misma razón social de la Universidad de El Salvador y será una institución pública y autónoma, el tamaño del laboratorio según la clasificación de Naidu y Kamaraju será de Laboratorio Pequeño que corresponde al diseño de laboratorios construidos usualmente para Universidades.

El proceso de transporte y entrega de los equipos de prueba al laboratorio será gestionado por las empresas de distribución de energía, así como el proceso de devolución y reparto de los objetos a los que se les haya realizado el ensayo.

El laboratorio aceptará pagos por medio de transferencias electrónicas y en moneda local a nombre de la Universidad de El Salvador en concepto de prestación de servicios en los casos que se requiera.

Las actividades se desarrollarán dentro del local del laboratorio, los clientes conocidos como distribuidoras eléctricas se recibirán en las instalaciones mediante horarios establecidos, acompañados siempre del encargado del Laboratorio de Potencia, mientras que los estudiantes deberán asistir mediante las horas asignadas por el encargado del Laboratorio para el desarrollo de sus prácticas, acompañados en todo momento por un colaborador del Laboratorio.

Los servicios prestados a las empresas distribuidoras serán acorde a lo diagnosticado en la etapa anterior, mientras que las prácticas para los estudiantes estarán sujetas a los objetos de prueba y equipo disponibles.

1. Rigidez dieléctrica.
2. Factor de potencia.
3. Determinación de color.
4. Acidez (número de neutralización).
5. Inspección visual.
6. Prueba de impulso de tipo rayo.
7. Capacitaciones y asesoramiento.

Los servicios han sido seleccionados de manera que exista un equilibrio entre los ensayos que se realizan en el país y parte de los ensayos que las empresas realizan en el extranjero,

descartando aquellos que supondrían un mayor costo en adquisición para la Universidad de El Salvador.

Debido a que el objetivo de la presente solución, es brindar a los estudiantes de ingeniería eléctrica un espacio físico adecuado para realizar sus prácticas y a la vez ofrecer las pruebas a las empresas de distribución de energía, es importante una remodelación del espacio físico, además el laboratorio deberá contar con la certificación NTS ISO/IEC 17025:2017 y la certificación de todos los equipos, el espacio físico deberá contar con señalizaciones y espacios para que los estudiantes puedan realizar y observar el desarrollo de los ensayos resguardando la seguridad de los colaboradores, estudiantes y el equipo.

1.4 Evaluación de las alternativas

Matriz de decisión

Es una herramienta grafica que ayuda a tomar decisiones racionales ante diferentes alternativas posibles.

La matriz de decisiones es una herramienta que permite analizar e identificar la mejor opción para trabajar, utilizando diferentes criterios. Los factores tienen una calificación específica y desarrollándola correctamente, se obtiene un número que ayuda a tomar la mejor decisión racional, con la que todos los involucrados estén de acuerdo.

Para poder desarrollar la matriz tendremos que seguir una secuencia de pasos

- 1- Determinar la decisión que se quiere tomar
“Hacia que sectores debe ir dirigida la solución propuesta para la reactivación del laboratorio de potencia de la escuela de ingeniería eléctrica”
- 2- Tener claras las opciones entre las cuales tendremos que elegir
 - a. Distribuidoras de energía eléctrica
 - b. Los estudiantes de la facultad de ingeniería eléctrica de la Universidad de El Salvador
 - c. Distribuidoras y los estudiantes de la facultad de Ingeniería Eléctrica de la UES
- 3- Establecer los criterios más relevantes
 - a. Monto de la inversión.
 - b. Necesidad del mercado.
 - c. Necesidad de obtener la certificación NTS ISO/IEC 17025:2017.
 - d. Alianzas estratégicas disponibles por cada solución.
 - e. Facilidad de implementar cada solución.
- 4- Ponderando cada criterio

Tabla 51 Asignación del peso de cada criterio para la selección de la propuesta de solución

Criterio	Ponderación
Monto de la inversión	10%
Necesidad del mercado	30%
NTS ISO/IEC 17025:2017	20%

Alianzas Estratégicas	10%
Facilidad de implementar la solución	30%

Nota: Elaboración propia

Los porcentajes asignados a cada criterio muestran una variación entre ellos. Durante el proceso de investigación se ha definido que:

El monto de la inversión tiene menor peso que las necesidades del mercado debido a los diferentes tipos de financiamiento a los que la Universidad de El Salvador puede acceder para la reactivación del Laboratorio que puede ser el financiamiento propio a través del presupuesto asignado a la universidad o financiamiento con terceros.

En cambio, las necesidades del mercado poseen un valor del 30% debido a la importancia que tiene ofrecer un servicio del cual exista una demanda por parte de las distribuidoras de energía.

La norma NTS ISO/IEC 17025:2017 tiene un porcentaje del 20% debido a que dos de las posibles soluciones es indispensable contar con la certificación para poder ofrecer los servicios.

Las alianzas estratégicas se han asignado un 10% debido a que son importantes, pero no indispensables para llevar a cabo la reactivación del Laboratorio.

La facilidad de implementar la solución tiene un porcentaje del 30% porque entre más compleja sea la solución, el tiempo de ejecución y la necesidad de recursos es mayor.

5- Realización de la matriz

Se procede a realizar calificación de cada uno de los criterios a considerar. Tomando una escala del 1 al 5. El número 1 indica la opción que resulta menos conveniente para la solución a evaluar y el número 5 la opción que resulte más conveniente para la solución a evaluar.

Tabla 52 Modelo de matriz de calificación

Soluciones	Monto de la inversión	Necesidad del mercado.	NTS ISO/IEC 17025:2017	Alianzas Estratégicas.	Facilidad de implementar la solución.
Distribuidoras de energía eléctrica					
Estudiantes de ingeniería eléctrica de la FIA					
Distribuidoras y los estudiantes de ingeniería eléctrica de la FIA					

Nota: Elaboración propia

- 6- Establecer el peso de cada criterio a considerar con la valoración otorgada anteriormente, con esto procedemos a calcular el puntaje final de cada criterio considerado. La calificación de cada alternativa se calcula multiplicando el puntaje otorgado a cada criterio por el porcentaje de importancia otorgado a cada uno.

1.5 Selección de la alternativa

1.5.1 Puntuación de las soluciones según los criterios seleccionados.

Tabla 53 Puntuación y cálculo de la nota promedio de las soluciones mediante la matriz de calificación

Soluciones	Monto de la inversión	Necesidad del Mercado	ISO	Alianzas estratégicas	Facilidad de Implementar la Solución
Distribuidoras de energía eléctrica	4	4	5	4	2
Estudiantes de la facultad de ingeniería eléctrica de la UES	2	4	2	2	2
Distribuidoras y los estudiantes de la facultad de ingeniería eléctrica de la UES	4	4	5	4	3

Nota: Elaboración propia

Puntaje final de las alternativas

Nota

$$= \sum \text{Calificación asignada a cada criterio} \times \text{porcentaje de cada criterio por tipo de solución}$$

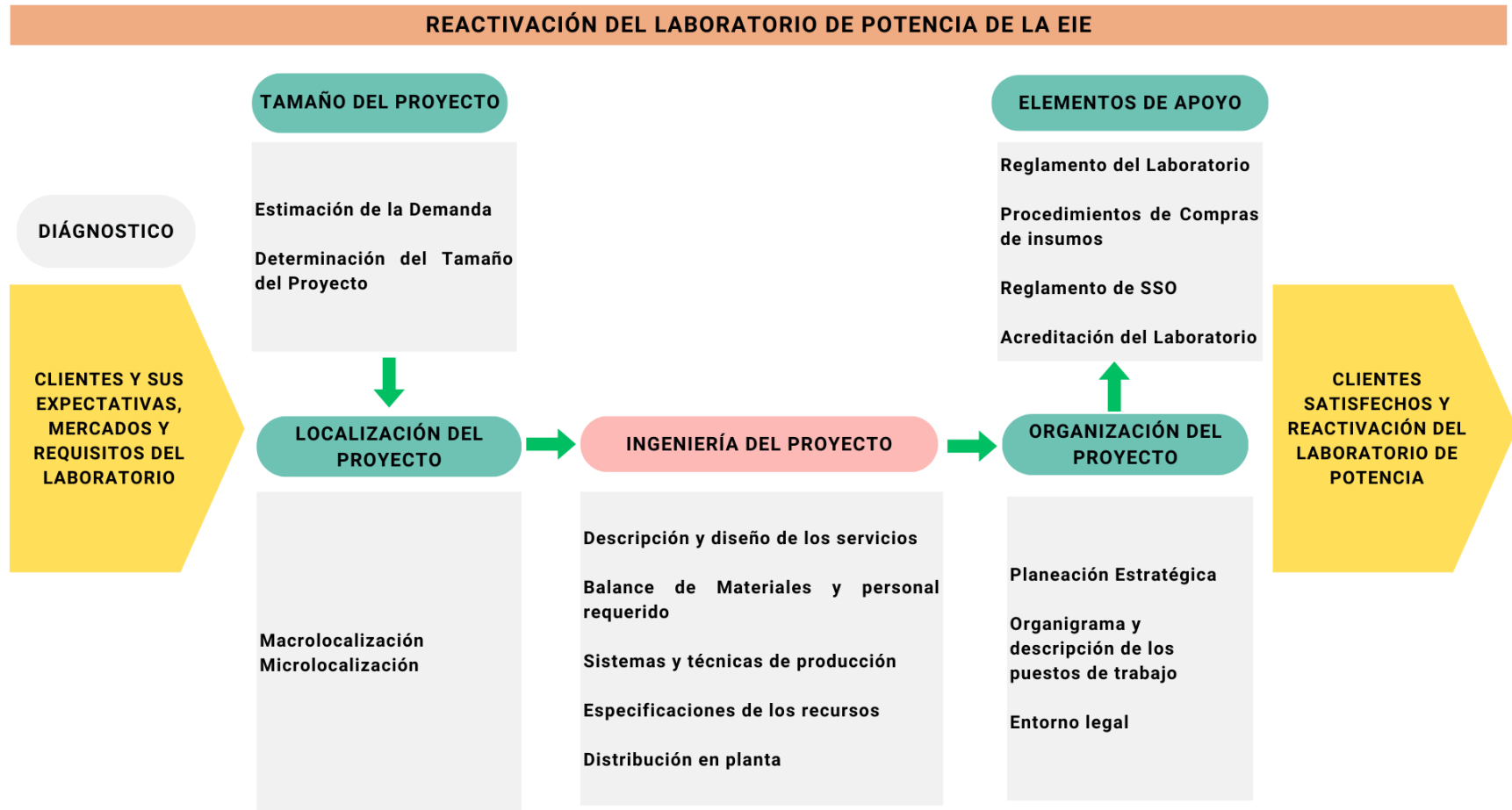
Tabla 54 Selección de la alternativa de solución

Soluciones	CRITERIOS					Nota
	Costos (0.10)	Demanda del mercado (0.30)	Requiere de la ISO (0.20)	Alianzas estratégicas (0.10)	Facilidad de Implementar la Solución (0.30)	
Distribuidoras de energía eléctrica	0.4	1.2	1	0.4	0.6	3.6
Estudiantes de la facultad de ingeniería eléctrica de la UES	0.2	1.2	0.4	0.2	0.6	2.6
Distribuidoras y los estudiantes de la facultad de ingeniería eléctrica de la UES	0.4	1.2	1	0.4	0.9	3.9

Nota: Elaboración propia

La alternativa seleccionada como solución al planteamiento del problema, es la alternativa 3, que se enfoca en las distribuidoras y los estudiantes de la facultad de ingeniería eléctrica de la UES con una nota total de 3.9.

2. CONCEPTUALIZACIÓN DE LA SOLUCIÓN



Nota: Conceptualización de la solución. Elaboración propia

2.1 Descripción de los componentes.

Tamaño del proyecto:

El tamaño del proyecto se refiere a la escala o alcance del laboratorio de potencia que se está considerando. Esto puede incluir la capacidad de producción y el número de empleados requeridos. Es importante determinar el tamaño del proyecto de manera precisa para entender su viabilidad económica, técnica y operativa.

Localización del proyecto:

La localización del proyecto se refiere al lugar físico donde se establecerá el laboratorio de potencia. Esta decisión puede depender de varios factores, como la proximidad a proveedores y clientes y la infraestructura existente. La elección de la ubicación adecuada puede tener un impacto significativo en los costos operativos, la eficiencia y la accesibilidad del laboratorio.

Ingeniería del proyecto:

La ingeniería del proyecto se refiere al diseño y planificación de las instalaciones, equipos y procesos necesarios para el funcionamiento del laboratorio de potencia. Esto incluye aspectos como el diseño del edificio, la selección de equipos y tecnologías, la distribución del espacio y la seguridad. Una sólida ingeniería del proyecto es fundamental para garantizar que el laboratorio opere de manera eficiente y cumpla con los estándares requeridos.

Organización del proyecto:

La organización del proyecto se refiere a la estructura organizativa y de gestión que se establecerá para dirigir y supervisar todas las actividades relacionadas con la creación y operación del laboratorio de potencia. Esto puede incluir la designación de roles y responsabilidades, la formación de equipos de trabajo y el entorno legal.

Elementos de apoyo:

Los elementos de apoyo incluyen todos los recursos y servicios adicionales que se requerirán para respaldar el funcionamiento del laboratorio de potencia.

CAPITULO V: CÁLCULO DE LA DEMANDA DE LOS SERVICIOS

1. Demanda de los servicios

1.1 Estimación de la demanda para el Laboratorio de Potencia.

El cálculo de la demanda para cada servicio se realizará en base a la información obtenida a través de las entrevistas y consultas realizadas a Grupo AES El Salvador sobre la frecuencia con la que la empresa realiza diferentes tipos de ensayos a sus transformadores.

En el caso de las pruebas rigidez y numero de neutralización, se tomará como base para el cálculo de la demanda proyecta, la frecuencia obtenida de la prueba determinación de color y el porcentaje asignado a la cantidad de transformadores que el edificio de potencia podría captar de la demanda total percibida por la empresa AES El Salvador.

Para el caso de las pruebas que requieran el uso de la máquina para pruebas de impulso tipo rayo, se utilizara como base para el cálculo de la demanda proyecta, la información obtenida por Administración Académica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y la Escuela de Ingeniería Eléctrica sobre la cantidad de estudiantes inscritos en materias que hacen uso de dicha máquina, esto es debido a la información obtenida en el mercado consumidor sobre el poco interés de las empresas distribuidoras de energía sobre la máquina de impulso de tipo rayo de la Universidad de El Salvador.

1.1.1 Estimación de la demanda del segmento de estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica.

El cálculo de la demanda del laboratorio en relación con los estudiantes se basa en la demanda de las cátedras que permiten el uso y enseñanza de las pruebas que el laboratorio tiene disponibles, para ello es necesario conocer la cantidad de alumnos inscritos por cada asignatura, datos que se han obtenido mediante la consulta al director de escuela de la carrera como información extraída de secretaria de asuntos académicos.

Tabla 55 Cátedras que permiten el uso y enseñanza de los ensayos propuestos para el Laboratorio de Potencia

Cátedras que permiten uso y enseñanza de las pruebas de laboratorio	Ciclo académico
Pruebas de Impulso de Alta Tensión T.E	X
Control de Motores Eléctricos T.E	X
Sistemas de Generación Eléctrica T.E	X
Subestaciones Eléctricas T.E	IX
Conversión de Energía Electromagnética (CEE115)	VII
Proyectos de Eléctrica (PIR115)	IX

Nota: Elaboración propia.

Ilustración 31 Pensum de Ingeniería Eléctrica Vigente



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICA
PLAN DE ESTUDIOS 1998

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
1 4 MAT115 Matemática I B	5 4 MAT215 Matemática II 1	9 4 MAT315 Matemática III 5	14 4 MAT415 Matemática IV 9	19 4 AEL115 Análisis Eléctrico I 14,15	24 4 AEL215 Análisis Eléctrico II 19	29 4 ASS115 Análisis de Señales y Sistemas 24	34 4 SCO115 Sistemas de Comunicaciones I 29	39 4 FAP115 Formulación y Administración de Proyectos 142 U.V.	44 4 Técnica Electiva *	TRABAJO DE GRADUACIÓN
2 4 MTE115 Métodos Experimentales B	6 4 FIR 115 Física I 1,2,(6)	10 4 FIR215 Física II 5,6	15 4 EMA115 Electromagnetismo I 9,10	20 4 EMA215 Electromagnetismo II 15	25 4 EMA315 Electromagnetismo II 20	30 4 CEE115 Conversión de Energía Electromecánica I 24	35 4 CEE215 Conversión de Energía Electromecánica II 30	40 4 PIR115 Proyecto de Ingeniería Eléctrica 142 U.V.	45 4 TEL115 Técnica Electiva Social *	
3 4 PSI115 Psicología Social B	7 4 HSE115 Hist. Social y Econ. de El Salvador y C.A. 3	11 4 PYE115 Probabilidad y Estadística 5	16 4 MSL115 Mecánica de los Sólidos 9,10	21 4 ANN115 Análisis Numérico 14,17	26 4 IEE115 Instalaciones Eléctricas I (24)	31 4 IEL115 Instrumentación Electrónica I 27,28	36 4 SCM115 Sistemas de Control Automático 29,30	41 4 * Técnica Electiva *	46 4 * Técnica Electiva *	
4 3 CGR115 Comunicación Esp. Gráfica I B	8 4 QTR115 Química Técnica 2	12 4 FDE115 Fundamentos de Economía 5,7	17 4 PEL115 Programación I 13	22 4 SDI115 Sistemas Digitales I 15,17	27 4 ELC115 Electrónica I 19	32 4 ELC215 Electrónica II 27	37 4 ELC315 Electrónica III 32	42 4 * Técnica Electiva *	47 4 * Técnica Electiva *	
		13 4 IAI115 Introducción a la Informática B	18 4 CMI115 Ciencia de los Materiales 6,8	23 4 MEF115 Mecánica de los Fluidos 14,16	28 4 SDI215 Sistemas Digitales II 22	33 4 SDG115 Sistemas Digitales Programables I 28	38 4 SIP115 Sistemas de Potencia I 30	43 4 * Técnica Electiva *	48 4 * Técnica Electiva *	

NC	UV
C	
NA	
P	

NC = número correlativo
UV = unidades valorativas
NA = nombre de asignatura
p = prerrequisito
C = código
B= Bachillerato
* Se define según corresponda

TOTAL DE MATERIAS: 48

TOTAL DE UNIDADES VALORATIVAS DEL PLAN: 191 U.V.

LISTA DE LAS MATERIAS ELECTIVAS (OPTATIVAS) POR CICLO. DETALLAR AL REVERSO.

ACUERDO DE CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO: 117-95-99 (VI- a) 30/julio/1998

Tomando en cuenta la información obtenida a través de las entrevistas a expertos que pertenecen a la Escuela de Ingeniería Eléctrica, se determinó que el número de estudiantes que pueden permanecer en las instalaciones del edificio de potencia es de 25 alumnos formando equipos de 5 integrantes, por lo tanto, la relación que expresa la cantidad de grupos por cantidad de estudiantes se muestra en la formula siguiente:

Ecuación 2 Cálculo de la cantidad de grupos necesarios por asignatura

$$\text{Cantidad de grupos} = \frac{\text{Cantidad de estudiantes inscritos}}{5}$$

Tabla 56 Estudiantes inscritos y cantidad de grupos necesarios por asignatura

ASIGNATURAS	ESTUDIANTES INSCRITOS POR ASIGNATURA	NÚMERO DE GRUPOS DE LABORATORIO POR ASIGNATURA.
CICLO I		
Conversión de Energía Electromecánica	88	18
Proyecto de Ingeniería Eléctrica.	58	12
Subestaciones Eléctricas	30	6
CICLO II		
Pruebas de Impulso de alta tensión	20	4
Sistemas de Generación Eléctrica	44	9
Proyecto de Ingeniería Eléctrica	24	5
Total	264	54

Nota: Elaboración propia.

El valor de los estudiantes inscritos se obtuvo de extraer el mayor número de estudiantes inscritos de un historial de 10 años a partir de 2013 hasta el 2023. Posteriormente se aproximó al entero más cercano.

Con relación al tiempo promedio que se requiere para realizar cada prueba, no sobrepasa la duración de una hora clase (100 minutos), sin embargo, se tomará este tiempo como tiempo promedio para todas las pruebas, debido a que se trabaja con el supuesto que se realiza una prueba por sesión de laboratorio.

Tabla 57 Tiempo promedio para pruebas de R.D, F.P y D.C

Servicio	Rigidez Dieléctrica	Factor de Potencia	Determinación de color
Tiempo Promedio (horas/ensayo)	1.67 horas	1.67 horas	1.67 horas

Nota: R.D (Rigidez Dieléctrica), F.P (Factor de Potencia) y D.C (Determinación de Color). Elaboración Propia.

Tabla 58 Tiempo Promedio para pruebas de Acidez, Inspección Visual y P.I.T.R

Servicio	Acidez (número de neutralización)	Inspección visual	Prueba de Impulso de Tipo Rayo.
Tiempo Promedio (horas/ensayo)	1.67 horas	1.67 horas	1.67 horas

Nota:P.I.T.R(Prueba de Impulso de Tipo Rayo). Elaboración Propia.

La estimación de la cantidad de ensayos a realizar durante las cátedras dependerá de la capacidad de las clases de laboratorio que pueden realizar y del equipo disponible, de esta manera se estima que un ensayo pueda realizarse para 3 grupos simultáneamente.

Ecuación 3 Cálculo de la cantidad de ensayos a realizar por número de grupos por cátedra

$$\text{Cantidad de ensayos} = \frac{\text{Número de grupos por cátedra}}{3}$$

Tabla 59 Cantidad de ensayos necesarios a realizar por número de grupos necesarios por asignatura

ASIGNATURAS	NÚMERO DE GRUPOS DE LABORATORIO POR ASIGNATURA	Cantidad de ensayos
CICLO I		
Conversión de Energía Electromecánica	18	6
Proyecto de Ingeniería Eléctrica.	12	4
Subestaciones Eléctricas	6	2
CICLO II		
Pruebas de Impulso de alta tensión	4	2
Sistemas de Generación Eléctrica	9	3
Proyecto de Ingeniería Eléctrica	5	2
Total	264	54

Nota: Elaboración Propia.

Tal y como se realizó en el apartado de la cantidad de estudiantes, la cantidad de ensayos se aproximó al entero siguiente más cercano.

La siguiente tabla muestra la cantidad de pruebas a realizar por tipo de ensayo en cada asignatura durante el año académico de la Universidad.

Tabla 60 Cantidad de pruebas a realizar por ciclo, divididas por ensayo y materia

CICLO	CICLO I			CICLO II		
Ensayo/Materia	Conversión de Energía Electromecánica	Proyecto de Ingeniería Eléctrica.	Subestaciones Eléctricas	Pruebas de Impulso de alta tensión	Sistemas de Generación Eléctrica	Proyecto de Ingeniería Eléctrica
Rigidez dieléctrica	6	4	2	0	3	2
Factor de Potencia	6	4	2	0	3	2
Determinación de color.	6	4	2	0	3	2
Acidez (número de neutralización)	6	4	2	0	3	2
Inspección Visual	6	4	2	0	3	2
Prueba de Impulso de tipo rayo.	0	4	0	2	3	2
TOTAL	30	24	10	2	18	12

Nota: Elaboración Propia.

Ecuación 4 Cálculo del número de ensayos sugeridos a realizar

$$\text{Número de ensayos sugeridos a asignar} = \sum \text{Total de ensayos por materia al año}$$

$$\text{Número de ensayos sugeridos a asignar} = \sum (30 + 24 + 10 + 2 + 18 + 12) = 96$$

Horas requeridas por materia

El cálculo de horas requeridas por materia se hace mediante la siguiente formula:

Ecuación 5 Cálculo de horas por materia requeridas por los ensayos

$$\text{Horas por materia} = \sum \text{Cantidad de ensayos por materia} * 1.67$$

Tabla 61 Cantidad de horas requeridas para realizar los diferentes ensayos en cada asignatura durante el año académico.

CICLO	CICLO I			CICLO II		
Ensayo/Materia	Conversión de Energía Electromecánica	Proyecto de Ingeniería Eléctrica.	Subestaciones Eléctricas	Pruebas de Impulso de alta tensión	Sistemas de Generación Eléctrica	Proyecto de Ingeniería Eléctrica
Rigidez dieléctrica	10.02	6.68	3.34	0	5.01	3.34
Factor de Potencia	10.02	6.68	3.34	0	5.01	3.34
Determinación de color.	10.02	6.68	3.34	0	5.01	3.34
Acidez (número de neutralización)	10.02	6.68	3.34	0	5.01	3.34
Inspección Visual	10.02	6.68	3.34	0	5.01	3.34
Prueba de Impulso de tipo rayo.	0	6.68	0	3.34	5.01	3.34
TOTAL POR MATERIA	50.1	40.08	16.7	3.34	30.06	20.04
TOTAL POR CICLO	106.88			53.44		

Nota: Elaboración Propia.

Total de horas de uso del Laboratorio de Potencia al año

$$= \sum (50.1 + 40.08 + 16.7 + 3.34 + 30.06 + 20.04)$$

Total de horas de uso del Laboratorio de Potencia al año = 160.32 horas

De la información proporcionada en la tabla, se puede concluir lo siguiente:

Distribución de horas: La distribución de horas para los diferentes ensayos varía significativamente entre las distintas materias y ciclos académicos. Algunas materias, como "Conversión de Energía Electromecánica" y "Proyecto de Ingeniería Eléctrica", requieren más tiempo que otras para llevar a cabo los ensayos.

Diferencias entre ciclos: Los requerimientos de tiempo varían entre los ciclos académicos. El Ciclo I parece requerir más tiempo en general que el Ciclo II, con una diferencia de más de 30 horas.

Ausencia de horas en ciertos ensayos: Algunos ensayos, como "Prueba de Impulso de tipo rayo" en el Ciclo I, no requieren tiempo dedicado en ciertos momentos del año académico.

Importancia de ciertas asignaturas: A través del análisis de las horas totales por materia, se puede inferir la importancia de ciertas asignaturas en el plan de estudios. Por ejemplo,

"Conversión de Energía Electromecánica" y "Proyecto de Ingeniería Eléctrica" parecen ser asignaturas clave debido a su mayor cantidad de horas requeridas.

En resumen, la información de la tabla indica una planificación específica para los ensayos en cada asignatura durante el año académico, mostrando diferencias en la importancia de ciertos ensayos y asignaturas, así como variaciones en los requisitos de tiempo entre los ciclos académicos. Esto proporciona una visión general de la utilización del Edificio de Potencia.

Proyección de la demanda para los siguientes 5 años.

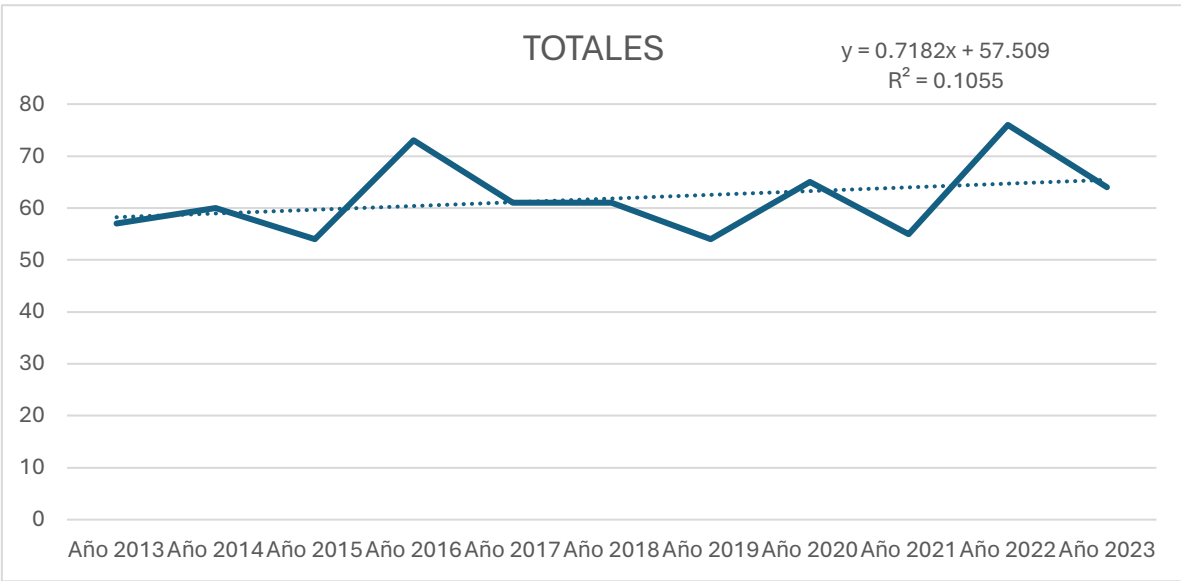
Los siguientes datos son el resultado de las ecuaciones 1 y 2. Los datos fueron tomados de un historial de alumnos inscritos a partir del año 2013 hasta el 2023.

Tabla 62 Resumen del cálculo de la cantidad de ensayos sugeridos para los años 2013 a 2023

Año	Total de ensayos por año
2013	57
2014	60
2015	54
2016	73
2017	61
2018	61
2019	54
2020	65
2021	55
2022	76
2023	64

Nota: Elaboración Propia.

Gráfico 20 Comportamiento y línea de tendencia mediante regresión lineal de la cantidad de ensayos propuestos a realizar basados en la tabla anterior.



Nota: Elaboración Propia.

En resumen, los datos presentados sugieren una tendencia general de aumento en el número de ensayos realizados con el tiempo, pero también señalan fluctuaciones y variaciones anuales que pueden indicar posibles influencias externas o cambios en la actividad a lo largo de los años.

La ecuación que acompaña esta tendencia mediante regresión lineal es la siguiente:

Ecuación 6 Ecuación mediante regresión lineal basados en datos históricos a partir de 2013 hasta el 2023

$$y = 0.7182x + 57.509$$

Proyección de la demanda para los siguientes 5 años:

Tabla 63 Proyección de la demanda obtenida a través de la ecuación de regresión lineal

AÑO	Cantidad de pruebas	Cantidad de pruebas aproximado
2024	66.1274	66
2025	66.8456	67
2026	67.5638	68
2027	68.282	68
2028	69.0002	69

Nota: Elaboración Propia.

Aunque la cantidad exacta de pruebas proyectadas varía año tras año, la tasa de crecimiento se mantiene relativamente estable. El aumento anual se encuentra dentro de un rango estrecho, lo que sugiere una tendencia de crecimiento consistente.

1.1.2 Estimación de la demanda del segmento de empresas privadas (servicios a externos)

Demanda proyectada para las pruebas de rigidez dieléctrica, factor de potencia, determinación de color y acidez (número de neutralización).

Tabla 64 Cantidad de ensayos realizados durante el año 2022

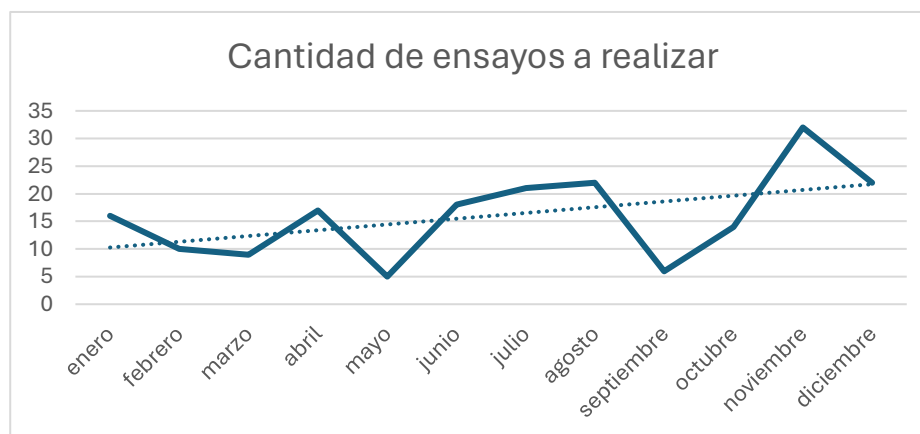
Mes/Pruebas	Rigidez Dieléctrica	Factor de Potencia	Determinación de Color	Acidez (Número de neutralización)
enero	16	16	16	16
febrero	10	10	10	10
marzo	9	9	9	9
abril	17	17	17	17
mayo	5	5	5	5
junio	18	18	18	18
julio	21	21	21	21
agosto	22	22	22	22
septiembre	6	6	6	6
octubre	14	14	14	14
noviembre	32	32	32	32
diciembre	22	22	22	22

Nota: Elaborado con información proporcionada por AES El Salvador.

La demanda de las pruebas muestra variaciones significativas en diferentes meses del año. Por ejemplo, noviembre presenta la mayor demanda con 32 pruebas, mientras que marzo, mayo y septiembre tienen las cantidades más bajas con 9, 5 y 6 pruebas, respectivamente.

Debido a que la cantidad de pruebas realizadas es la misma para cada ensayo, se realizará una sola proyección de la demanda que representa el comportamiento de los 4 ensayos para los siguientes 5 años:

Gráfico 21 Línea de tendencia y ecuación de regresión lineal de los datos de la tabla anterior



Nota: Elaborado con información proporcionada por AES El Salvador.

Debido a la escasez de información obtenida durante la investigación, se asumirá una demanda constante que se repetirá desde el año 2024 a 2028 basados en los datos proporcionados por AES El Salvador sobre los ensayos realizados durante el año 2022.

Tabla 65 Proyección de la cantidad de pruebas a realizar por AES El Salvador

Mes/Año	2024	2025	2026	2027	2028
enero	16	16	16	16	16
febrero	10	10	10	10	10
marzo	9	9	9	9	9
abril	17	17	17	17	17
mayo	5	5	5	5	5
junio	18	18	18	18	18
julio	21	21	21	21	21
agosto	22	22	22	22	22
septiembre	6	6	6	6	6
octubre	14	14	14	14	14
noviembre	32	32	32	32	32
diciembre	22	22	22	22	22

Nota: Elaboración Propia.

Para el cálculo de la demanda del Laboratorio de Potencia, se multiplicará el resultado anterior por el 20% que es el porcentaje que AES El Salvador asigna a contratistas para la demanda que no puede satisfacer.

Ecuación 7 Cálculo de la demanda del Laboratorio de Potencia mediante servicios a externos

*Demanda del Laboratorio de Potencia = Demanda de AES El Salvador * 20%*

Tabla 66 Cantidad de ensayos a realizar mensualmente la ecuación de Demanda para el Laboratorio de Potencia

Mes/Año	2024	2025	2026	2027	2028
enero	3	3	3	3	3
febrero	2	2	2	2	2
marzo	2	2	2	2	2
abril	3	3	3	3	3
mayo	1	1	1	1	1
junio	4	4	4	4	4
julio	4	4	4	4	4
agosto	4	4	4	4	4
septiembre	1	1	1	1	1
octubre	3	3	3	3	3
noviembre	6	6	6	6	6

diciembre	4	4	4	4	4

Nota: El resultado de la ecuación 7 ha sido aproximado para esta tabla. Elaboración Propia.

La siguiente tabla, muestra el resumen anual de la proyección anterior.

Tabla 67 Tabla resumen con los ensayos a realizar anualmente

Año/Prueba	CANTIDAD DE PRUEBAS A REALIZAR POR ENSAYO.			
	Rigidez Dieléctrica	Factor de Potencia	Determinación de Color	Acidez (Número de neutralización)
2024	38	38	38	38
2025	38	38	38	38
2026	38	38	38	38
2027	38	38	38	38
2028	38	38	38	38

Nota: Elaboración Propia.

DEMANDA PROYECTADA PARA LA PRUEBA DE INSPECCIÓN VISUAL

Datos históricos proporcionados por AES El Salvador en 2022.

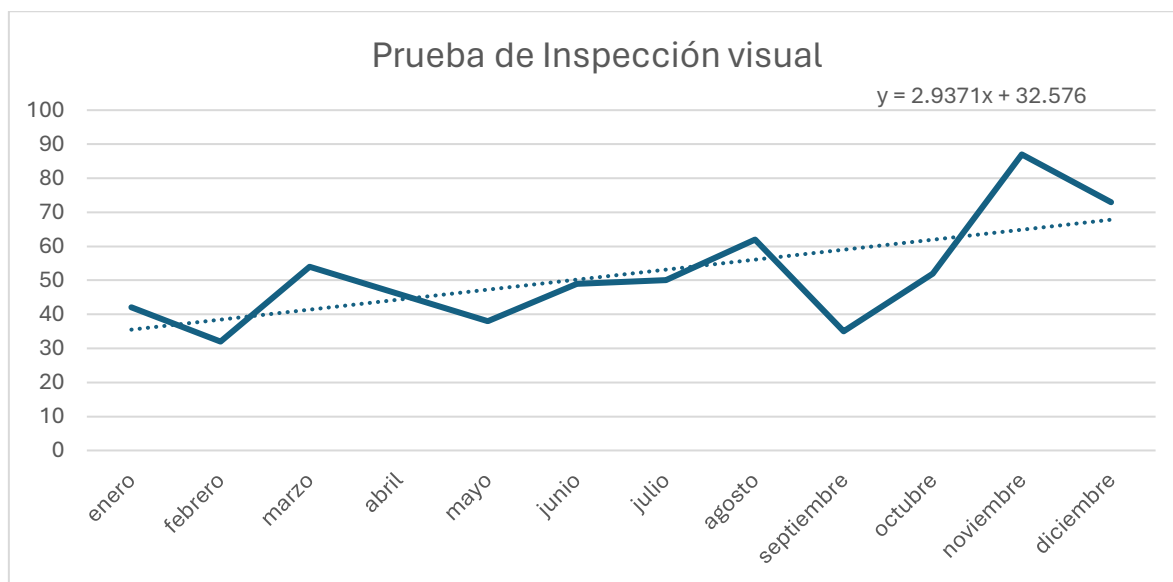
Tabla 68 Cantidad de ensayos realizados durante el año 2022

Mes	Inspección Visual
enero	42
febrero	32
marzo	54
abril	46
mayo	38
junio	49
julio	50
agosto	62
septiembre	35
octubre	52
noviembre	87
diciembre	73

Nota: Elaborado con información proporcionada por AES El Salvador.

La tabla muestra variaciones mensuales en la cantidad de pruebas de inspección visual realizadas, con meses de alta y baja actividad. También sugiere una tendencia estacional con un aumento gradual hacia fin de año y picos en noviembre y diciembre.

Gráfico 22 Línea de tendencia y ecuación mediante regresión lineal de la prueba de Inspección Visual



Nota: Elaborado con información proporcionada por AES El Salvador.

Debido a la escasez de información obtenida durante la investigación, se asumirá una demanda constante que se repetirá desde el año 2024 a 2028 basados en los datos proporcionados por AES El Salvador sobre los ensayos realizados durante el año 2022.

Tabla 69 Proyección de la demanda de AES El Salvador

Mes/Año	2024	2025	2026	2027	2028
enero	42	42	42	42	42
febrero	32	32	32	32	32
marzo	54	54	54	54	54
abril	46	46	46	46	46
mayo	38	38	38	38	38
junio	49	49	49	49	49
julio	50	50	50	50	50
agosto	62	62	62	62	62
septiembre	35	35	35	35	35
octubre	52	52	52	52	52
noviembre	87	87	87	87	87
diciembre	73	73	73	73	73

Nota: Elaboración Propia.

Para el cálculo de la demanda del Laboratorio de Potencia, se multiplicará el resultado anterior por el 20% que es el porcentaje que AES El Salvador asigna a contratistas para la demanda que no puede satisfacer, utilizando la ecuación 7.

Proyección de la demanda para el Laboratorio de Potencia.

Tabla 70 Cantidad de ensayos de Inspección Visual a realizar mensualmente la ecuación de Demanda para el Laboratorio de Potencia

Mes/Año	2024	2025	2026	2027	2028
enero	8	8	8	8	8
febrero	6	6	6	6	6
marzo	11	11	11	11	11
abril	9	9	9	9	9
mayo	8	8	8	8	8
junio	10	10	10	10	10
julio	10	10	10	10	10
agosto	12	12	12	12	12
septiembre	7	7	7	7	7
octubre	10	10	10	10	10
noviembre	17	17	17	17	17
diciembre	15	15	15	15	15

Nota: El resultado de la ecuación 7 ha sido aproximado para esta tabla. Elaboración Propia.

La siguiente tabla, muestra el resumen anual de la proyección anterior.

Cantidad de pruebas anuales a partir del año 2024

Tabla 71 Tabla resumen con los ensayos a realizar anualmente

Año	Cantidad de pruebas
2024	124
2025	124
2026	124
2027	124
2028	124

Nota: Elaboración Propia.

1.1.3 Total de la demanda de los servicios del laboratorio de potencia.

Los cuadros que se presentan a continuación son el resumen de las proyecciones de la demanda tanto de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Eléctrica como de los servicios a externos para el Laboratorio en los próximos 5 años.

Rigidez Dieléctrica

Tabla 72 Cantidad de ensayos de Rigidez Dieléctrica pronosticados a realizar

Año/segmento	Segmento		Total anual
	Total Estudiantes	Total Servicios externos	
2024	12	38	50

2025	13	38	51
2026	13	38	51
2027	13	38	51
2028	13	38	51

Nota: Elaboración Propia.

Factor de Potencia

Tabla 73 Cantidad de ensayos de Factor de Potencia pronosticados a realizar

Año/segmento	Segmento		Total anual
	Total Estudiantes	Total Servicios externos	
2024	12	38	50
2025	13	38	51
2026	13	38	51
2027	13	38	51
2028	13	38	51

Nota: Elaboración Propia.

Determinación de color

Tabla 74 Cantidad de ensayos de Determinación de Color pronosticados a realizar

Año/segmento	Segmento		Total anual
	Total Estudiantes	Total Servicios externos	
2024	12	38	50
2025	13	38	51
2026	13	38	51
2027	13	38	51
2028	13	38	51

Nota: Elaboración Propia.

Acidez (Número de Neutralización)

Tabla 75 Cantidad de ensayos de Acidez (Número de Neutralización) pronosticados a realizar

Año/segmento	Segmento		Total anual
	Total Estudiantes	Total Servicios externos	
2024	12	38	50
2025	13	38	51
2026	13	38	51
2027	13	38	51
2028	13	38	51

Nota: Elaboración Propia.

Inspección Visual

Tabla 76 Cantidad de ensayos de Inspección Visual pronosticados a realizar

Año/segmento	Segmento		Total anual
	Total Estudiantes	Total Servicios externos	
2024	12	124	136
2025	13	124	137
2026	13	124	137
2027	13	124	137
2028	13	124	137

Nota: Elaboración Propia.

Prueba de Impulso Tipo Rayo

Tabla 77 Cantidad de ensayos de Prueba de Impulso Tipo Rayo pronosticados a realizar

Año/segmento	Segmento		Total anual
	Total Estudiantes	Total Servicios externos	
2024	4	0	4
2025	4	0	4
2026	4	0	4
2027	4	0	4
2028	4	0	4

Nota: Elaboración Propia.

CAPITULO VI: TAMAÑO DEL PROYECTO

1. Determinación del tamaño del proyecto

El tamaño del proyecto se refiere a la magnitud y alcance de este, el concepto esta mayormente asociado a la capacidad de bienes o servicios que el proyecto puede generar una vez puesto en marcha, sin embargo, otros factores como la cantidad de recursos humanos, financieros y materiales necesarios para llevar a cabo el proyecto también son importantes al momento de estimar el tamaño del proyecto. Esto puede incluir la cantidad de personal requerido, el equipo y la infraestructura necesaria y otros aspectos.

Definir el tamaño del proyecto es muy importante porque determina la capacidad instalada, así como el nivel de inversión, costos y rentabilidad que se esperan. En el proceso de determinar el tamaño adecuado, se llevará a cabo un análisis de diversos factores que influyen en la decisión del tamaño óptimo. Estos factores se detallan a continuación en la siguiente sección:

Factores que influyen en la determinación del tamaño del proyecto

Existen diferentes factores utilizados para determinar el tamaño de un proyecto que influyen predominantemente sobre el uso de los recursos, estos factores se presentan a continuación:

- Características del Mercado de Consumo
- Características del Mercado de Abastecimiento
- Disponibilidad del Recurso Financiero
- Características de Mano de Obra
- Maquinaria y Equipo

A continuación, se describe cada uno de los factores antes mencionados.

1.1 Características del Mercado de Consumo

Durante la etapa de diagnóstico, se llevó a cabo un estudio de mercado para determinar la existencia y cantidad de demanda potencial.

El tamaño del proyecto debe ser diseñado para satisfacer un porcentaje específico de la demanda. El objetivo principal de la reactivación es la prestación de servicios a externos. No obstante, tampoco se debe descuidar el ámbito estudiantil, que también requerirá el uso del laboratorio para realizar sus prácticas. El equilibrio entre ambos sectores será esencial para el éxito y la viabilidad del proyecto en su conjunto.

A continuación, se presentan las proyecciones realizadas para los primeros 5 años de operación del Laboratorio, éstas proyecciones fueron realizadas a partir de la información recolectada durante el estudio de mercado realizado.

Tabla 78 Resumen de la demanda de mercado consumidor

Prueba/Año	2024	2025	2026	2027	2028
Rigidez Dieléctrica	50	51	51	51	51
Factor de Potencia	50	51	51	51	51

Determinación del Color	50	51	51	51	51
Acidez (Número de Neutralización)	50	51	51	51	51
Inspección Visual	136	137	137	137	137
Prueba de Impulso Tipo Rayo	4	4	4	4	4

Nota: Elaboración Propia.

Calculando el número total de ensayos para cada año:

En 2024: $50 + 50 + 50 + 50 + 136 + 4 = 340$

En 2025: $51 + 51 + 51 + 51 + 137 + 4 = 345$

En 2026: $51 + 51 + 51 + 51 + 137 + 4 = 345$

En 2027: $51 + 51 + 51 + 51 + 137 + 4 = 345$

En 2028: $51 + 51 + 51 + 51 + 137 + 4 = 345$

El promedio de la capacidad instalada a lo largo de estos años:

(Capacidad instalada en 2024 + Capacidad instalada en 2025 + Capacidad instalada en 2026 + Capacidad instalada en 2027 + Capacidad instalada en 2028) / 5

$(340 + 345 + 345 + 345 + 345) / 5 = 1720 / 5 = 344$

La capacidad instalada promedio del laboratorio, es de aproximadamente 344 ensayos por año. Esto significa que, en promedio, el laboratorio puede realizar 344 ensayos por año a lo largo de los años 2024 a 2028.

1.2 Características del mercado de abastecimiento

El volumen y características de la materia prima es el siguiente factor para considerar en el tamaño de un proyecto. En el caso del Laboratorio de Potencia, la elección de los proveedores depende de un proceso de licitación, es el encargado del Laboratorio quién hace la petición y los requerimientos de las materias primas de modo que el área de gestión de compras se encargue del proceso de adquisición de materias primas mediante una selección de al menos 3 proveedores en caso que sean productos nacionales o al menos un proveedor en caso de proveedores de materias que no puedan conseguirse dentro de territorio nacional, debido a la complejidad de la selección de los proveedores y que está no depende del personal de Laboratorio, se decidió prescindir de esta característica para la determinación del tamaño del proyecto.

1.3 Disponibilidad de recursos Financiero

Otro factor crucial en la determinación del tamaño del proyecto es la influencia significativa que ejercen los organismos internos y externos de la Universidad sobre su financiamiento. La reactivación del laboratorio de potencia se llevará a cabo con el apoyo financiero de estos interesados una vez que hayan dado su aprobación.

Aunque en la etapa Económica y Financiera se presentarán diferentes formas de financiamiento para el proyecto, el Laboratorio al ser parte de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura depende directamente del presupuesto de la Facultad y del recurso financiero de caja chica disponible, este último, lo comparte con los demás laboratorios de la FIA y

aunque el fin del estudio es que éste preste servicios a externos cobrando un arancel, el uso de los fondos propios que llegará a generar y el cobro de dicho arancel, depende de la aprobación de la Asamblea General Universitaria.

1.3 Características de mano de obra

La especificación y mano de obra acreditada es necesario para el correcto funcionamiento del laboratorio de Potencia y pueden inducir a la reducción del tamaño del proyecto, para ello se realizará un análisis de la capacidad de la mano de obra utilizando el procedimiento para el cálculo de la capacidad instalada a laboratorios acreditados de ensayo y/o calibración elaborado por la entidad mexicana de acreditación, A.C, basados en el documento de referencia NMX-EC-17025-IMNC- 2006 (ISO/IEC 17025:2005 y COPANT – ISO/IEC 17025:2005) Requisitos para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

Tabla 79 Consolidación de tiempos de los servicios

Consolidación de tiempos de los servicios						
Estación	Prueba	Actividad	Equipo	Cantidad	Tiempo (s)	Tiempo (horas)
Alta potencia	Prueba de impulso de tipo rayo	Preparar el objeto de prueba.			900	0.25
		Determinar la capacitancia a tierra			180	0.05
		Determinar la capacitancia de carga			180	0.05
		Determinar la conexión adecuada del generador			360	0.10
		Generar el impulso de tensión.			20	0.01
		Ajustar el voltaje de carga y su polaridad.			60	0.02
		Ajustar e inspeccionar de la distancia entre los explosores de las etapas.			180	0.05
		Medir el valor de cresta.			300	0.08
		Conectar el objeto de prueba			600	0.17
		Verificar la forma de la onda.			60	0.02
		Instalar el osciloscopio			60	0.02
		Conectar el osciloscopio al cable de medición.			480	0.13
		Conectar el conector BNC en la sección de disparo			30	0.01
		Asegurar de almacenar la memoria de disparo del osciloscopio.			30	0.01
		Verificar la forma de la onda			30	0.01
		Aplicar la onda completa estándar.			10	0.00
		Total			3480	0.97
Ala norte	Factor de potencia	Realizar una inspección al interior de la celda, para comprobar que se encuentre limpia			120	0.03
		Lavar todas las partes y componentes a fondo con un paño suave y libre de pelusas			300	0.08

		Enjuagar con agua caliente y luego con agua fría las piezas			300	0.08
		Colocar los componentes de la celda en un horno manteniendo la temperatura a 110°C.			3600	1.00
		Colocar muestra de aceite en el recipiente.			60	0.02
		Esperar que la muestra de aceite alcance la temperatura ambiente.			3600	1.00
		Trasladar el recipiente al equipo de medición.			60	0.02
		Se debe conectar el equipo a tierra			30	0.01
		Llenar la celda con la muestra de aceite hasta una altura aproximada de $\frac{3}{4}$ " abajo del tope superior			90	0.03
		Comprobar que la temperatura de la celda 25°C o 100°C.			60	0.02
		Realizar la conexión del equipo a la celda			30	0.01
		Preparar los controles del equipo para medir el factor de potencia.			60	0.02
		Energizar la celda de prueba que contiene el aceite.			90	0.03
		Leer los valores obtenidos de los VA de carga obtenidos y las perdidas en Watts del aceite.			90	0.03
		Realizar el cálculo del factor de potencia			300	0.08
					8790	2.44
Ala norte	Número de neutralización	Introducir aceite en el recipiente de titulación			120	0.03
		Se agregan 125ml de solvente de titulación			120	0.03
		Se preparan los electrodos			100	0.03

		Colocar electrodos en el recipiente de titulación sobre el soporte del titulador			45	0.01
		Ajustar recipiente para que los electrodos se sumerjan en el aceite.			45	0.01
		Llenar bureta con solución alcohólica de KOH.			60	0.02
		Sumergir la bureta 25 mm en el recipiente titulador.			30	0.01
		Agregar una porción adecuada de solución alcohólica de KOH 0.1 mol/L			30	0.01
		Esperar que un potencial constante haya sido establecido			120	0.03
		Se deben registrar la lectura de la bureta y del medidor.			30	0.01
		Retirar la solución de titulación			60	0.02
		Enjuagar los electrodos junto con la punta de la bureta con el solvente de titulación,			120	0.03
		Sumergir los electrodos en agua.			20	0.01
		Se deben esperar 5 minutos			300	0.08
		Enjuagar los electrodos con propan-2-ol después con solvente de titulación			60	0.02
					1260	0.35

Ala norte	Inspección visual	Extraer muestra de aceite de transformador.			120	0.03
		Colocar muestra de aceite en recipiente.			120	0.03
		El recipiente se traslada a una ubicación sin fuente de luz			120	0.03

		Iluminar la base del recipiente que contiene la muestra de aceite a examinar.			30	0.01
		Se examina la prueba de aceites			120	0.03
		Se evalúa la apariencia del aceite			120	0.03
		Identificar y reportar de fallas observadas.			300	0.08
					930	0.26

Ala norte	Determinación de color	Se prepara el recipiente para la prueba			30	0.01
		Enjuagar recipiente con aceite muestra			60	0.02
		Se llena el recipiente con muestra de aceite			90	0.03
		El recipiente se traslada al disco de colores				0.00
		Se gira disco con los vidrios de colores patrón			60	0.02
		Determinar el color correspondiente a la muestra			120	0.03
		Tomar los datos de los resultados obtenidos			300	0.08
					660	0.18

Nota: Elaboración propia basada en el procedimiento utilizado por entidad mexicana de acreditación, A.C.

Para este caso, el laboratorio tiene 2 áreas de ensayo, pero solo trabajan dos personas a tiempo completo, desarrollando pruebas de manera simultáneas. Por lo anterior el laboratorio solo cuenta con 2 áreas que realizan ensayos de manera simultánea (FL).

Con lo anterior, considerando que el laboratorio ocupa 4.49 horas (269.5 minutos) y se tiene un factor limitante (FL) de 2 se calcula el tiempo total para realizar el ensayo (Ttotal).

Ecuación 8 Cálculo del tiempo total

$$Total = \frac{T_{en}}{FL} = \frac{4.49}{2} = 2.245 \text{ h de tiempo total.}$$

Para definir la capacidad instalada, es necesario fijar el tiempo normal de trabajo como sigue:

Tabla 80 Factores para el cálculo del tiempo normal de trabajo

Factor	Valor
Número de turnos al día	1
Horas de trabajo al día	8
Días laborales en la semana	5
Días laborales al año	264

Nota: Elaboración propia.

Por lo tanto, el tiempo normal de trabajo estará dado por la siguiente ecuación:

Ecuación 9 Cálculo del Tiempo Normal de Trabajo (T.N.O)

$$T.N.O = \text{días laborales/año} * \text{horas laborales/día}$$

Sustituyendo los valores en la ecuación anterior se tiene:

$$T.N.O = 264 * 8 = 2112 \text{ horas/año}$$

El dato de tiempo normal de trabajo al año debe ajustarse tomando en cuenta los días de asueto laboral que se gozan en el año, debido a que el laboratorio se regirá bajo la normativa de la Universidad de El Salvador, será necesario considerar también los asuetos otorgados en el Alma Mater además de los especificados en el artículo 190 del código de trabajo, los cuales se determinan a continuación:

Tabla 81 Cálculo de los días de asueto laboral para empleados de la Universidad de El Salvador

DÍAS DE ASUETO REMUNERADO EN LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR		
FECHA	CELEBRACIÓN	DÍAS DE ASUETO
1-15 de enero	Vacaciones de inicio de año	15
Varía según año	Lunes de pascua	1
Varía según año	Semana Santa	5
1 de mayo	Día del trabajo	1
10 de mayo	Día de la madre	1
17 de junio	Día del padre	1
22 de junio	Día del maestro	1
26 de junio	Día del trabajador universitario	1
1- 6 de agosto	Fiestas agostinas	6
15 de septiembre	Día de la independencia	1
2 de noviembre	Día de los difuntos	1
15 – 31 de diciembre	Vacaciones de fin de año	15
TOTAL ANUAL		49

Nota: Elaboración propia

El tiempo normal ajustado está dado por la ecuación:

Ecuación 10 Cálculo del Tiempo Normal de Trabajo Ajustado (TNTA)

$$TNTA = T.N.O - \text{Tiempo de asueto anual}$$

Es necesario transformar el tiempo de asueto anual a horas para poder realizar el cálculo, obteniendo un valor de 392 horas de asueto al año, sustituyendo en la ecuación los datos anteriores se tiene:

$$TNTA = 2112 - 392 = 1720 \text{ horas/año}$$

Determinado el tiempo total de trabajo en el año es de 1720 horas, este dato aún no es el tiempo total de horas disponibles en el año, es necesario tomar en cuenta los tiempos de mantenimiento de maquinaria y el tiempo de preparación de esta para el correcto desarrollo de las actividades productivas que desarrollarán; al considerar estos elementos planificados como los no planificados se puede estimar la capacidad real de operación, por lo que considerarán los siguientes elementos:

Tabla 82 Identificación de tiempos de paro de los servicios

Elementos de paro en los servicios	Tiempo
Preparación de equipo e insumos	30 min x día = 143.5 horas/año
Mantenimiento preventivo	8 horas en el mes = 96 horas/año
Total elementos planificados	239.5 horas/año
Imprevistos (15%)	35.93 horas/año
Total elementos no planificados	275.43 horas/año

Nota: Elaboración propia.

De acuerdo con lo anterior,

Ecuación 11 Cálculo del tiempo real de la operación

$$\text{Tiempo Real de la Operación} = TNTA - \text{Tiempo improductivo}$$

$$\text{Tiempo Real de Operación} = 1720 \frac{\text{horas}}{\text{año}} - 275.43 \frac{\text{horas}}{\text{año}} = 1474.27 \frac{\text{horas}}{\text{año}} = 122.86 \frac{\text{horas}}{\text{mes}}$$

Con los datos obtenidos anteriormente se calcula la capacidad instalada (CI) por mes dividiendo el tiempo total aproximado de trabajo (Ttrabajo) entre el tiempo total para realizar el ensayo (Ttotal).

Ecuación 12 Cálculo de la capacidad instalada

$$CI = Ttrabajo / Ttotal$$

$$CI = \frac{122.86}{2.245} = 54.72 \text{ ensayos mensuales}$$

$$CI = 54.72 \text{ ensayos mensuales} * 12 \text{ meses} = 656.71 \text{ ensayos anuales}$$

1.4 Maquinaria y equipo

En ocasiones, las tecnologías de producción imponen limitaciones en cuanto al tamaño del proyecto, esto se evidencia en procesos automatizados, donde el nivel tecnológico juega un papel importante.

Es importante aclarar que la capacidad de la maquinaria y equipo dependen de las capacidades de estas tecnologías de realizar cierta cantidad de ensayos en una determinada cantidad de tiempo, por lo que suelen ser poco flexibles ante cambios en el

aumento de la demanda, por lo que se recomienda que la capacidad de la maquinaria y equipo sea superior a los demás factores.

Tabla 83 Determinación de la capacidad instalada de los equipos

Equipo	Capacidad (ensayos/hora)
Medidor de Factor de Potencia de Aislamiento	4
Colorímetro	1
Kit de pruebas TITRA-LUBE TAN	12
Generador de Impulsos Tipo Rayo	1

Nota: Elaboración propia.

1.5 Determinación del tamaño del proyecto

Se optó por considerar, como aspecto primordial en el análisis de la capacidad instalada, el factor relacionado con las características de la mano de obra, conforme a las directrices presentes en la normativa ISO/IEC 17025:2005 y COPANT – ISO/IEC 17025:2005. Esta elección se fundamenta en la utilización del procedimiento delineado en dicha norma, el cual resulta necesario en caso de que el Laboratorio aspire a obtener acreditación.

Por lo cual la capacidad del Laboratorio se estima de: 657 ensayos anuales, el cual está por encima de la capacidad instalada dada por la demanda del mercado consumidor, la cual es de 344 ensayos anuales.

CAPITULO VII: LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

1. Determinación de la Localización del Proyecto

La elección de la ubicación para un proyecto implica un análisis cuyo fin es la búsqueda del lugar más propicio para el desarrollo del proyecto. Es fundamental identificar una localización que ofrezca ventajas y minimice las desventajas, considerando diferentes aspectos como lo son la seguridad, la disponibilidad de mano de obra, el acceso a servicios básicos como electricidad, agua potable, acceso a internet, etc. que se consideran como factores clave para el buen funcionamiento del Laboratorio.

Esta evaluación suele ser un proceso minucioso y crucial, ya que tiene un impacto significativo en el éxito financiero y económico de un nuevo proyecto. En consecuencia, una selección acertada resulta indispensable para anticipar y prevenir problemas que podrían afectar negativamente las actividades del Laboratorio.

El problema se suele abordar en dos etapas

Macrolocalización: Se refiere a la elección general de un área geográfica o región amplia para llevar a cabo un proyecto. Es el primer nivel de análisis para determinar el lugar adecuado para establecer una iniciativa a gran escala.

Microlocalización: Es la selección específica de la ubicación exacta dentro un área previamente identificada durante la macrolocalización

Normalmente son distintos los factores que se emplean para seleccionar la macrozona y los que se emplean en la selección de la microlocalización.

Determinación de la localización del Laboratorio.

Debido a que el Laboratorio de Potencia ya tiene una localización establecida dentro del Edificio de Potencia, ubicado en el campus de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, la determinación de la localización se enfocará en la justificar la ubicación actual, sin dejar de lado los factores dominantes del proceso de localización tradicional.

El proceso para el análisis tanto de macrolocalización como de microlocalización será la siguiente.

Identificación de factores determinantes: Dado que varios factores influyen en la localización del proyecto, es importante identificar los criterios que son determinantes para la selección de la macrolocalización y microlocalización y que justifican el espacio que actualmente ocupa el Edificio de Potencia.

Ventajas y desventajas de la localización actual: El Laboratorio al poseer ya una locación, se presentará una comparación de las ventajas y desventajas asociadas a su ubicación actual.

Justificación de la localización: Determinados los criterios e identificado las ventajas y desventajas de la ubicación actual, se procede a justificar la permanencia del Laboratorio de Potencia y el Edificio de Potencia en el sitio que ya se ha designado para su funcionamiento.

1.1 Macrolocalización

La macrolocalización se refiere a la localización general del proyecto, es decir la zona general adecuada para la instalación de la empresa o negocio. Su objetivo radica en el análisis de diversas ubicaciones posibles, con el propósito de identificar el lugar que resulte en la máxima ganancia posible para las empresas privadas, o el mínimo costo unitario desde la perspectiva social.

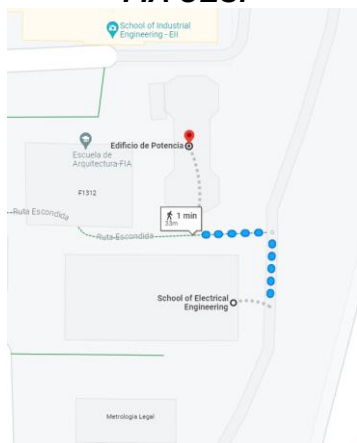
Para el caso de Laboratorio de Potencia, al poseer ya una macrolocalización definida por el Edificio de Potencia y por la condición de estar suscrito a la Escuela de Ingeniería Eléctrica, el proceso de macrolocalización se enfocará en la justificación y se mostrarán las ventajas y desventajas de la macrolocalización actual.

1.1.1 Factores determinantes para la macrolocalización

Mercado consumidor de los servicios del laboratorio: Se refiere a la cercanía de la localización a los segmentos de mercado consumidor de los servicios del laboratorio De Potencia sin obstaculizar, en la medida de lo posible, el desarrollo normal de sus actividades. Este aspecto es parte vital para el funcionamiento del laboratorio, debido a que su principal objetivo para la reactivación es servir de apoyo para las pruebas de impulso a los entes encargadas de energía eléctrica, sin dejar de lado sus fines académicos.

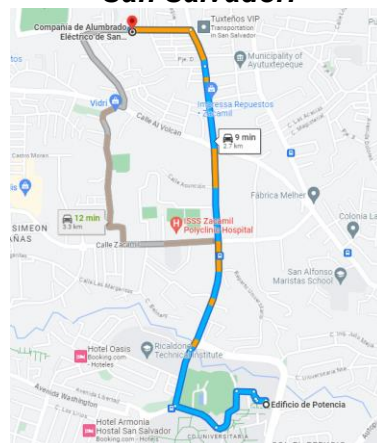
La proximidad de la ubicación del Laboratorio de Potencia a los segmentos de mercado consumidor es esencial para su funcionamiento óptimo. En el caso del Laboratorio el objetivo es buscar esta cercanía sin interferir en el desarrollo regular de sus actividades como laboratorio inscrito a una escuela de la Universidad de El Salvador. Esta conexión resulta vital para el laboratorio, ya que el Laboratorio debe ser capaz de brindar servicios a externos, sin descuidar sus objetivos académicos.

Cercanía del Edificio de Potencia con la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la FIA UES.



A 33 metros de la Escuela de Ingeniería Eléctrica

Cercanía del Edificio de Potencia con la Compañía de Alumbrado Eléctrico de San Salvador.



A 2.7 km de la Compañía de Alumbrado Eléctrico de San Salvador

Tabla 84 Ventajas y desventajas del mercado de consumo

Ventajas	Desventajas
Mercado consumidor de los servicios del laboratorio	
La actual ubicación del laboratorio de potencia en la FIA brinda prestigio y respaldo de las actividades y servicios que en él se llevarán a cabo. Asimismo, facilita al personal docente y administrativo su acceso al laboratorio, permitiéndoles asistir sin descuidar sus demás responsabilidades dentro de la facultad. Esto favorece el desarrollo puntual de sus tareas académicas y laborales en general. Es necesario mencionar que las empresas generadoras de electricidad muestran un acierto sobre la ubicación actual del Laboratorio ya que las instalaciones muestran los requerimientos mínimos para su funcionamiento.	Muchas empresas presentan recelo de la Universidad de El Salvador debido a hechos ocurridos en el pasado que han afectado negativamente la reputación de la institución académica. Actualmente muchas empresas tienen convenios con otras universidades o centros de estudios que no permitirían trabajar directamente exclusivamente con la Universidad.

Nota: Elaboración propia.

Localización de fuentes de abastecimiento: Se refiere a la cercanía de las instalaciones del laboratorio a sus proveedores, el periodo de adquisición de insumos y a las facilidades legales que ofrece la localización para la compra de materiales que requiere la realización de los ensayos en el laboratorio de potencia.

Tabla 85 Ventajas y desventajas de las fuentes de abastecimiento

Ventajas	Desventajas
Localización de fuentes de abastecimiento	
La existencia de convenios de cooperación entre la Universidad y entidades nacionales, permiten la obtención de financiamiento y/o patrocinio para la compra de equipo que exige la puesta en marcha del laboratorio de Potencia en la Escuela de Ingeniería eléctrica. Al estar inscrita a una escuela de la facultad de ingeniería, el Laboratorio tiene acceso a los fondos de caja chica en caso de necesitar insumos de forma inmediata.	Existen limitantes en el proceso de compra, al ser la Universidad un ente estatal, como las estipuladas por la Ley de Compras Públicas y la Ley Orgánica. Estas leyes rigen las actividades del Alma Mater que estipulan procedimientos de compra que pueden limitarse a montos y periodos límites de compras. El Laboratorio necesita hacer una planificación anual de sus necesidades ya que el proceso de compra requiere que los directores de escuela envíen al área de compras de la facultad la lista detallada con las necesidades de cada escuela, incluidos los laboratorios inscritos a ella.

Disponibilidad de los servicios básicos: Se refiere a la accesibilidad y existencia de servicios esenciales necesarios para el funcionamiento adecuado del Laboratorio como suministro de agua, electricidad, telefonía e internet.

Tabla 86 Ventajas y desventajas de los servicios básicos

VENTAJAS	DESVENTAJAS
DISPONIBILIDAD DE LOS SERVICIOS BÁSICOS	
El Laboratorio ya cuenta con un suministro de agua y energía eléctrica.	No hay acceso a una red telefónica fija dentro del Edificio de Potencia.
Otros servicios básicos que posee la Facultad de Ingeniería y Arquitectura pueden ser agregados en el futuro al Edificio de Potencia.	Carece de conexión a Internet.
	Al no poseer una Jaula de Faraday, el generador de impulsos tipo rayo puede causar daños a equipos electrónicos que imposibilitarían el acceso a los servicios básicos mencionados anteriormente.

Nota: Elaboración propia.

1.1.2 Características de la macrolocalización

Basándonos en la información anterior sobre el Laboratorio de Potencia, se pueden extraer algunas características clave:

Ubicación Estratégica: La ubicación actual del laboratorio en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura (FIA) brinda prestigio y respaldo a sus actividades, además de facilitar el acceso al personal docente y administrativo. Esto fomenta un entorno propicio para el desarrollo académico y laboral.

Oportunidades de Financiamiento: La existencia de convenios de cooperación con entidades nacionales brinda la posibilidad de obtener financiamiento y patrocinio para la adquisición de equipos necesarios, lo que puede impulsar el crecimiento y la mejora del laboratorio.

Reputación Institucional: La reputación de la Universidad puede ser un factor que afecte la confianza de algunas empresas en colaborar con el laboratorio. Sin embargo, la ubicación actual del laboratorio y su cumplimiento de requerimientos mínimos pueden contrarrestar estas preocupaciones.

Restricciones y Desafíos en Compras: A pesar de las ventajas, las restricciones impuestas por las leyes de compras públicas y las limitaciones en el proceso de compra de la Universidad pueden obstaculizar la adquisición eficiente de insumos y equipos, requiriendo una planificación cuidadosa.

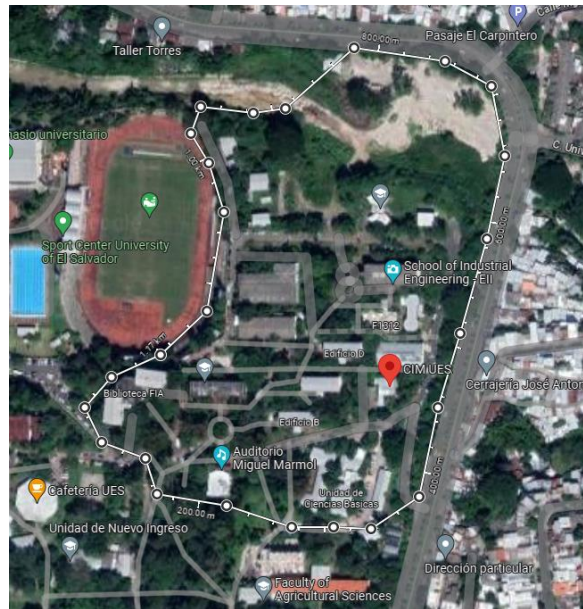
Disponibilidad de Servicios Básicos: Aunque el laboratorio cuenta con suministro de agua y energía eléctrica, la falta de acceso a Internet, telefonía y la ausencia de una Jaula de Faraday son desafíos importantes que deben abordarse para garantizar un funcionamiento óptimo y seguro.

Necesidad de Planificación Estratégica: La planificación anual de necesidades y la coordinación con el área de compras son esenciales para asegurar el aprovisionamiento

adecuado de insumos y equipos, considerando las restricciones legales y procesos internos.

Tras analizar estas ventajas y desventajas de ubicar el Laboratorio en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, se concluye que las ventajas aportadas al trabajo del laboratorio y las condiciones propicias para sus actividades superan en impacto a las desventajas que podrían afectar sus actividades. En consecuencia, se confirma la elección de situar el laboratorio en la Facultad. Con esta decisión tomada, se procede a determinar la ubicación precisa del laboratorio, es decir, su microlocalización.

Ilustración 32 Área que pertenece a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura



Nota: Elaboración propia.

1.2 Microlocalización

Ya designada la Facultad de Ingeniería y Arquitectura como el área de macrolocalización del Laboratorio de Potencia de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, se inicia el proceso de microlocalización. Este procedimiento implica la selección precisa del espacio ideal para albergar las instalaciones del laboratorio.

1.2.1 Factores determinantes para la microlocalización

Los factores dominantes de la microlocalización son:

Seguridad de las instalaciones: Este aspecto considera la protección física proporcionada por las distintas ubicaciones para resguardar la maquinaria, equipo y materiales del laboratorio de potencia contra posibles hurtos o robos. Esto es especialmente relevante durante períodos de inactividad en la institución académica.

Infraestructura necesaria: Esto se refiere a la existencia de un espacio disponible para que el laboratorio pueda instalar sus equipos de ensayo y comenzar las actividades tanto académicas como de prestación de servicios a externos, también considera la posibilidad

de ampliación en sus instalaciones por un posible aumento de demanda o la incorporación de nuevas tecnologías en el laboratorio.

Accesibilidad de las instalaciones: Este factor se refiere al fácil acceso a las instalaciones del Laboratorio desde las diferentes vías de acceso a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

Tabla 87 Alternativas de espacio para la microlocalización



Nota: Elaboración propia.

1.2.2 Ponderación de los factores determinantes para la microlocalización

Una vez que se han elegido los factores relevantes para el proyecto, el siguiente paso consiste en asignar un valor ponderado a cada uno de ellos en función de su influencia en el desarrollo de las actividades del laboratorio. Esta asignación de pesos se basa en el impacto que cada factor puede tener en el logro exitoso de los objetivos del proyecto.

Tabla 88 Ponderación de los factores de microlocalización

No.	FACTOR	PESO ASIGNADO
1	Seguridad de las instalaciones	10%
2	Infraestructura necesaria	40%
3	Accesibilidad de las instalaciones	20%
4	Proximidad a la EIE	10%
5	Riesgo ambiental	20%
TOTAL %		100%

Nota: Elaboración propia.

La asignación de pesos se basa en la percepción de la importancia de cada factor en el éxito del proyecto, tal como se explica a continuación:

Seguridad de las instalaciones (10%): La seguridad es un factor crítico en cualquier proyecto, especialmente en un laboratorio donde puede haber riesgos asociados con el hurto de equipos costosos, y otros elementos. Debido a que el área que abarca la Facultad de Ingeniería y Arquitectura se considera una zona segura se le ha dado un peso relativamente bajo porque se supone que todas las ubicaciones consideradas se perciben como seguras.

Infraestructura necesaria (40%): La infraestructura necesaria puede incluir la disponibilidad de energía, agua, sistemas de climatización, edificaciones, etc. Estos elementos son esenciales para el funcionamiento eficiente de un laboratorio. Este factor es

altamente crítico ya que la disponibilidad de una infraestructura adecuada tiene un impacto significativo en la producción de los servicios.

Accesibilidad de las instalaciones (20%): Se refiere a la facilidad con la que el personal y los suministros pueden llegar al laboratorio. Esto es importante para garantizar una operación sin problemas y para que el personal pueda acceder al lugar de trabajo de manera eficiente. Este factor es importante pero no tan crítico como si lo es la necesidad de contar con la disponibilidad de recursos asociados a la infraestructura del laboratorio.

Proximidad a la EIE (10%): La proximidad a la EIE es relevante debido a que las instalaciones deben estar accesibles a los estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería Eléctrica. Sin embargo, se le asigna un peso relativamente bajo debido que todas las microlocalizaciones se encuentran dentro del campus de la FIA.

Riesgo ambiental (20%): El riesgo ambiental se refiere a los peligros potenciales para el medio ambiente que podrían estar asociados con la ubicación del laboratorio. Esto puede incluir factores como la contaminación del suelo debido a desperdicios o la propia construcción del laboratorio, la calidad del aire o la cercanía a áreas sensibles como los edificios de las diferentes escuelas de la FIA. Un peso del 20% indica que este factor es importante, especialmente desde una perspectiva de responsabilidad ambiental.

Factor	Ponderación (P) (%)	Edificio de Potencia.		Exlibrería Toldo Azul, Complot y ASEIAS.		Asociaciones de Ingeniería Industrial y Química.	
		Calificación ©	(P) x ©	Calificación ©	(P) x ©	Calificación ©	(P) x ©
Seguridad de las Instalaciones	10.00%	5	0.5	3	0.3	3	0.3
Infraestructura necesaria	40.00%	5	2	1	0.4	1	0.4
Accesibilidad de las instalaciones	20.00%	4	0.8	4	0.8	3	0.6
Proximidad a la EIE	10.00%	5	0.5	3	0.3	2	0.2
Riesgo ambiental	20.00%	3	0.6	1	0.2	1	0.2
TOTAL	100.00%		4.4		2		1.7

Tabla 89 Resultado del cálculo del puntaje total de los factores para cada alternativa de microlocalización

FACTOR	<i>Total</i>
Edificio de Potencia	4.4
Ex-librería Toldo Azul, Complot y ASEIAS	2
Asociación de Ingeniería Industria y Química	1.7

Nota: Elaboración propia.

A través del método utilizado, el resultado para la mejor microlocalización son las instalaciones existentes del Laboratorio de Potencia. Por ende, se elige como ubicación óptima el Edificio de Potencia para el Laboratorio.

CAPITULO VIII: INGENIERÍA DEL PROYECTO

1. Estudio de Ingeniería del Proyecto

La base para la elaboración de la ingeniería del proyecto es el diagnostico previamente investigado, en donde se obtuvieron datos e información correspondiente a las necesidades de maquinaria y equipo, demanda de dichos servicios en el ámbito del sector eléctrico, entre otros requerimientos necesarios para el correcto desarrollo del diseño de la solución de la reactivación del laboratorio de potencia.

En primer lugar, se describen los servicios a prestar por el laboratorio de potencia, determinados anteriormente, con esto se logra obtener un mejor control con respecto a la implementación de dichos servicios.

En la parte de requerimientos de maquinaria y equipo se exponen las diversas propuestas dadas por el mercado proveedor de posibles soluciones a los requerimientos de maquinaria y equipo.

Se describen los sistemas de apoyos necesarios para el óptimo funcionamiento del Laboratorio de potencia, finalmente se dispone de una distribución en planta que es la conclusión del mejoramiento y aprovechamiento del recurso disponible para el Laboratorio de potencia.

1.1 Descripción de los servicios del laboratorio de potencia

1.1.1 Servicios de prueba de laboratorio para empresas privadas

El laboratorio de potencia ofrece un completo servicio de pruebas y ensayos de Laboratorio diseñado para satisfacer las necesidades específicas de las empresas privadas que operan en el sector de potencia, energía y distribución eléctrica. Este servicio está diseñado para garantizar que las empresas puedan cumplir con los más altos estándares de calidad, seguridad y rendimiento en sus productos de aislamiento en alta tensión y sistemas de potencia.

Servicios ofrecidos por el Laboratorio son:

- Prueba de Rigidez Dieléctrica
- Factor de Potencia
- Determinación de color
- Acidez (Número de neutralización)
- Inspección Visual
- Prueba de Impulso de Tipo Rayo

1.1.2 Servicios de capacitaciones

El Laboratorio de Potencia de la Universidad de El Salvador es un centro especializado que brinda capacitaciones técnicas y profesionales relacionadas con el campo de la energía y potencia eléctrica. Su objetivo principal es contribuir al desarrollo y la formación de profesionales altamente capacitados en el área, así como fomentar la innovación y el uso eficiente de la energía en diversos sectores industriales y gubernamentales.

Características del Servicio:

Experiencia y conocimiento: El laboratorio cuenta con un equipo de expertos altamente calificados y con una amplia experiencia en el campo de la potencia eléctrica. Estos profesionales están dedicados a proporcionar una formación sólida y actualizada, basada en los avances tecnológicos y las mejores prácticas de la industria.

Programas personalizados: Las capacitaciones se diseñan de manera personalizada para satisfacer las necesidades específicas de cada empresa o institución. Se realizan evaluaciones previas para entender los objetivos de aprendizaje y las áreas de interés, lo que garantiza que los contenidos sean pertinentes y útiles para los participantes.

Variedad de temas: El Laboratorio de Potencia ofrece una amplia gama de temas de capacitación en el ámbito de la energía y la potencia eléctrica. Estos pueden incluir, entre otros, sistemas de generación eléctrica, transmisión y distribución de energía, normativas y regulaciones en el sector energético.

Metodología práctica: Las capacitaciones se imparten mediante una combinación de teoría y práctica. Los participantes tienen la oportunidad de trabajar con equipos y simulaciones relevantes, lo que les permite adquirir habilidades aplicables en situaciones reales de trabajo.

Flexibilidad de horarios: El Laboratorio de Potencia ofrece opciones de horarios flexibles para adaptarse a la disponibilidad de las empresas e instituciones. Las capacitaciones se llevan a cabo en las instalaciones del Laboratorio.

Certificaciones y reconocimiento: Al finalizar exitosamente los programas de capacitación, los participantes reciben certificados que validan su formación y pueden ser un respaldo importante en sus trayectorias profesionales.

1.1.3 Servicio de investigación y desarrollo.

El Laboratorio de Potencia es una unidad especializada de la Universidad de El Salvador que se enfoca en la investigación, desarrollo e innovación en el campo de potencia y sistemas eléctricos. Su principal objetivo es brindar soluciones técnicas y tecnológicas a empresas privadas, instituciones gubernamentales y estudiantes interesados en proyectos de investigación relacionados con la potencia eléctrica.

Características del servicio:

Asesoría técnica: El equipo de expertos del Laboratorio de Potencia brinda asesoramiento especializado en el diseño, desarrollo y mejora de sistemas y equipos de alta tensión. Pueden colaborar en la identificación de necesidades específicas y en la búsqueda de soluciones adecuadas.

Investigación aplicada: El laboratorio lleva a cabo proyectos de investigación aplicada, enfocados en la optimización y eficiencia de la rama de la potencia eléctrica.

1.2 Diseño de los Productos y/o Servicios

1.2.1 Rigidez dieléctrica

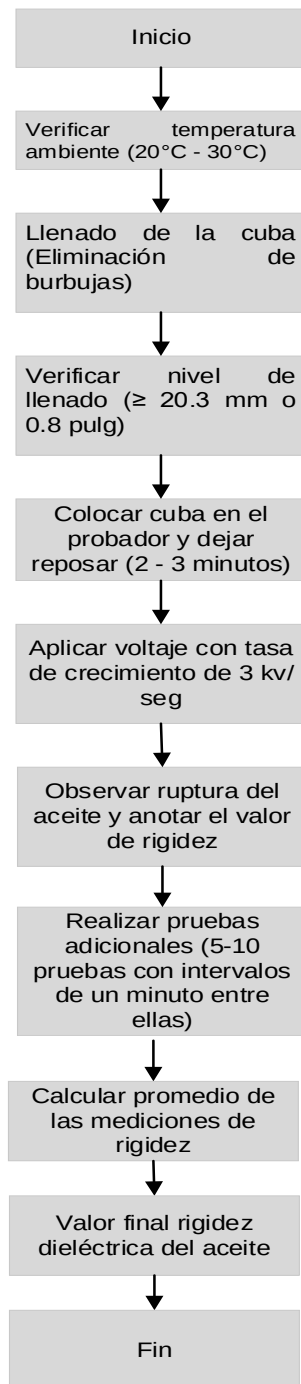
Según norma ASTM D-877: para el desarrollo de este método se debe asegurar que se tenga una temperatura ambiente de entre 20°C y 30°C para proceder a hacer el llenado de la cuba. Se vierte el aceite en la cuba del medidor de manera que descienda lentamente a lo largo de las paredes del mismo, con el objetivo de evitar burbujas de aire, en caso de que se generen burbujas se deben eliminar utilizando una varilla de vidrio limpia; esta debe ser limpiada con querosén o con el mismo aceite de la muestra.

El llenado se realiza hasta un nivel no menor de 20.3 mm o 0.8 pulg sobre la parte superior de los electrodos. Luego se procedemos a colocar la cuba en el probador del medidor de la rigidez y se deja reposar el líquido por un periodo de no más de 3 minutos ni menos de 2 minutos. Luego de tener preparado el aceite en la cuba se aplica el voltaje para el ensayo con una tasa de crecimiento de 3 kv/seg hasta que ocurra la ruptura del aceite, y se notamos el valor rigidez obtenido. Luego procedemos a realizar 5 a 10 rupturas con intervalos de un minuto entre cada prueba o medición. El promedio de las mediciones se considera como el valor de la rigidez dieléctrica del aceite.

Según norma ASTM D-1816: para el desarrollo de este método se debe asegurar que se tenga una temperatura ambiente de entre 20°C y 30°C, para proceder a hacer el llenado de la cuba. Luego se llena la cuba con la muestra de aceite, con una separación entre los electrodos de 1 mm se recomienda una cantidad de 0.5 litros y para la de 2 mm de 0.95 litros. Cuando se hace el llenado de la cuba se debe hacer lentamente para evitar generar burbujeo, si se genera se debe eliminar utilizando una varilla de vidrio limpia; esta debe ser limpiada con querosén o con el mismo aceite de la muestra, también se puede utilizar un agitador con hélice de dos palas de diámetro 35 mm, donde debe tener un paso de 40 mm entre cada hoja, el ángulo de inclinación debe ser de 20 grados y el proceso se debe realizar con una velocidad de 200 a 300 vueltas por minuto.

Luego se espera que el aceite tenga un reposo antes de aplicar el primer voltaje de ruptura, el tiempo del reposo debe ser de no más de 5 minutos ni menos de 3 minutos. Luego se aplica el voltaje de prueba con una tasa de crecimiento de 0.5 kv/seg hasta que ocurra la ruptura del aceite. Igual que en la norma anterior se toman entre 5 y 10 rupturas para obtener un valor más aproximado y exacto con un tiempo de espera entre cada ruptura no menos de 60 segundos (1 minuto) pero no más de 90 segundos (1 minuto y medio).

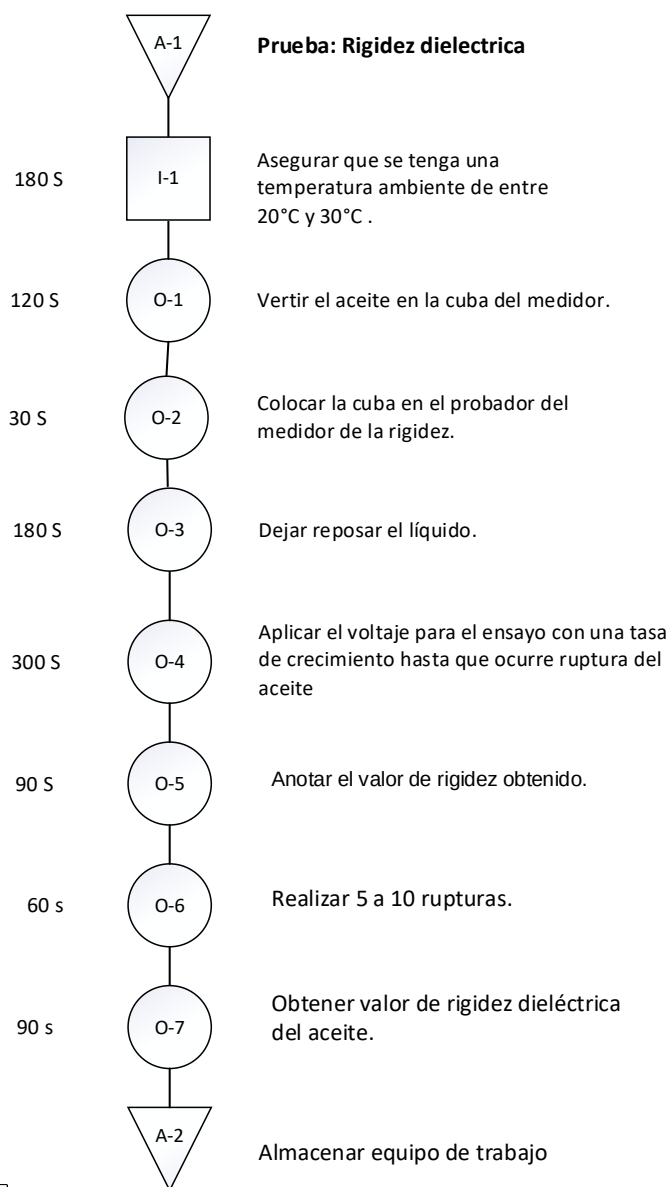
Diagrama 17 Diagrama de bloques para prueba de Rigidez Dieléctrica



Nota: Elaboración propia.

Diagrama 18 Cursograma Analítico de la prueba de Rigidez Dieléctrica

Servicio: Rigidez dielectrica	Metodo: Metodo actual	Codigo del proceso:
Codigo del producto:	Elaborado por: OA15003	
Fecha: 14/06/2023	Departamento: Ingeniería Eléctrica	



CUADRO RESUMEN				
ELEMENTO	SIMBOLOGIA	CANTIDAD	TIEMPO	DISTANCIA
OPERACIÓN	○	7	870	—
TRANSPORTE	→	-	—	-
INSPECCION	□	1	180	—
DEMORA	D	0	—	—
ALMACENAMIENTO	▽	2	—	—
OPERACIÓN E INSPECCION	◻	0	—	—
TOTAL		10	1050	0

Nota: Elaboración propia.

Diagrama 19 Carta de proceso de prueba de Rigidez Dieléctrica

CARTA DE PROCESO				
UBICACIÓN: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR		RESUMEN		
ACTIVIDAD: RIGIDEZ DIELECTRICA		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO
FECHA: 21/06/2023		OPERACIÓN	4	660
ELABORADO POR: RG14013		TRANSPORTE	1	60
DIAGRAMA EMPIEZA EN :ALMACENAMIENTO		DEMORA	0	
DIAGRAMATERMINA EN: ALMACENAMIENTO		INSPECCION	2	240
METODO : DIBUJO N°		ALMACENAJE	2	
HOJA 1		COMBINADA	0	
		DISTANCIA		
		TOTAL	9	960
UNIDAD DE DISTANCIA	UNIDAD DE TIEMPO	SIMBOLO		DESCRIPCION
				Se saca el equipo del almacenamiento
	180s			Asegurar que se tenga una temperatura ambiente de entre 20°C y 30°C .
	120 s			Vertir el aceite en la cuba del medidor.
	30s			Se debe colocar la cuba en el probador del medidor de la rigidez.
	180s			Se debe dejar reposar el liquido
	300s			Aplicar el voltaje para el ensayo con una tasa de crecimiento hasta que ocurre ruptura del aceite
	90s			Anotar el valor de rigidez obtenido.
	60s			Realizar 5 a 10 rupturas.
	90s			Obtener valor de rigidez dieléctrica del aceite.
				Almacenar equipo de trabajo

Nota: Elaboración propia.

1.2.2 Factor de potencia.

Antes de realizar las mediciones, se deben tener algunas precauciones para la ejecución del ensayo. Se realiza una inspección al interior de la celda, para comprobar que se encuentre limpia, ya que la limpieza de la celda es importante para obtener resultados confiables, por tal motivo se recomienda hacer este procedimiento antes de iniciar el ensayo.

Para realizar una limpieza a la celda se debe lavar todas las partes y componentes a fondo con un paño suave y libre de pelusas, esto se hace humedeciendo con un solvente desengrasante, y luego con un disolvente adecuado (este puede ser acetona, pentano, o heptano). Las piezas se enjuagan con agua caliente y luego con agua fría, y seguido de varios lavados con agua destilada. Se debe tener el cuidado en el proceso del lavado para que las celdas que contienen termómetros no tengan contacto con la humedad (se recomienda utilizar un tapón para cubrir la abertura antes de comenzar la operación de limpieza) y también se debe cuidar de no colocar los electrodos sobre cualquier superficie.

Luego se procede al secado de la celda, esto se desarrolla colocando los componentes de la celda en un horno manteniendo la temperatura a 110°C por un periodo no menos de 60 minutos y se debe tener el cuidado de colocar los componentes de la celda en superficie limpia dentro del horno.

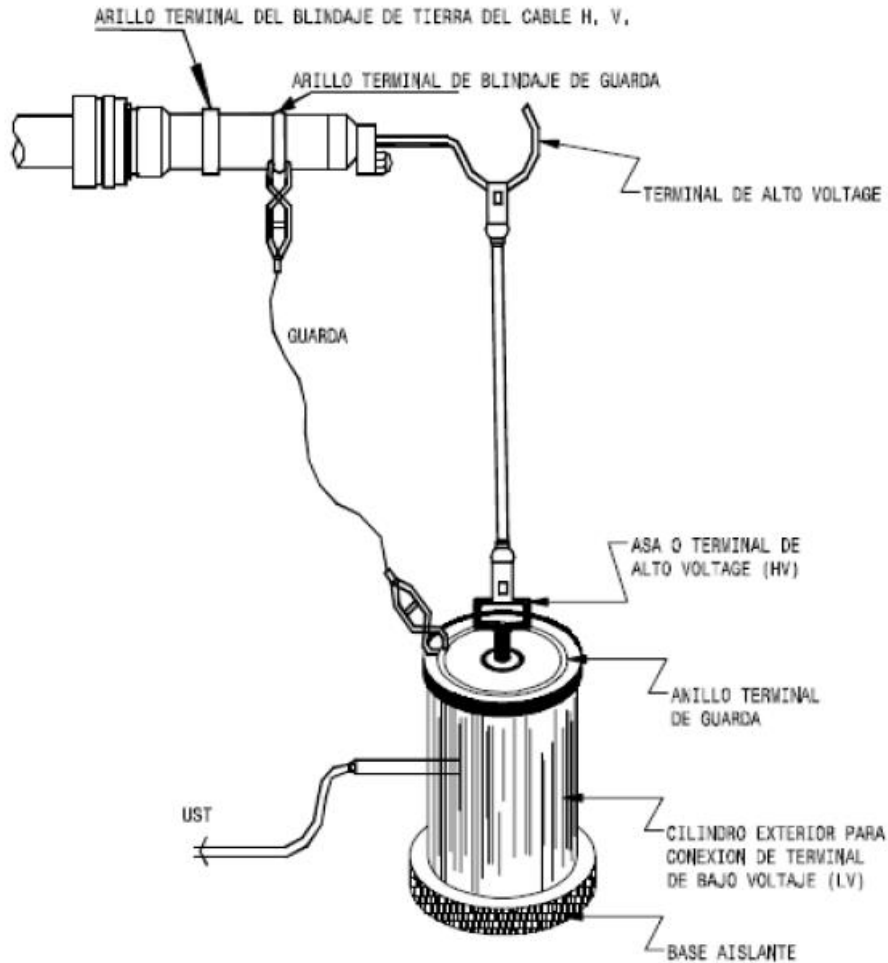
Nota: Un cuidado importante y fundamental que se debe tener en cuenta de no rasguñar el electrodo, el anillo de resguardo o el interior del recipiente.

Después de tener en cuenta los procesos anteriormente explicados, se procede a desarrollar el ensayo, para ellos se necesita una muestra de aceite no más de 20 ml ya que la celda de muestra es pequeña (las cantidades de muestra pueden cambiar dependiendo del tamaño de la celda) y antes de colocar la muestra en la celda se debe permitir que en el recipiente que contiene la muestra, repose en el lugar en donde se desarrolla el ensayo por un tiempo suficiente para permitir que la muestra alcance la temperatura ambiente del lugar.

Después del proceso de limpieza y secado, se lleva a cabo la ejecución del ensayo del cual se siguen el siguiente procedimiento:

- ☐ Se debe de tener listo y en condiciones de prueba el equipo de medición según el manual de instrucciones del diseñador, la celda debe estar en una superficie aislada y de superficie plana para que la superficie del aceite este uniforme en los dos recipientes, después se procede a conectar a tierra el equipo.
- ☐ Se llena la celda con la muestra de aceite hasta una altura aproximada de $\frac{3}{4}$ " abajo del tope superior, y luego se tapa la celda.
- ☐ Se debe comprobar que la temperatura de la celda sea a la cual se debe realizar el ensayo (25°C o 100°C), y la diferencia de temperatura que debe existir entre el electrodo inferior y el exterior no debe exceder de 2°C.
- ☐ Luego se realiza la conexión del equipo a la celda como se observa en la figura.

Ilustración 33 Conexión del equipo a la celda

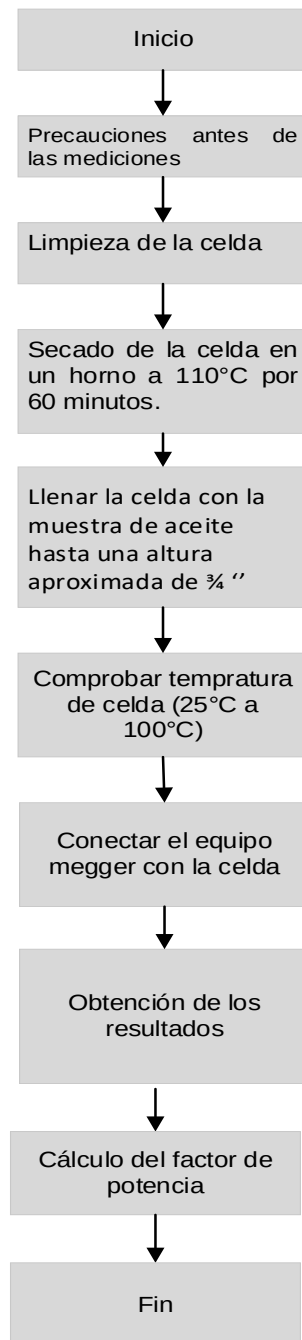


- Una vez realizada la conexión, se preparan los controles del equipo para medir el factor de potencia, para luego energizar la celda de prueba que contiene el aceite. Se debe de tener en cuenta que la tensión media a la que se somete el aceite no será inferior a 200 V / mm (5 V / mil) (rms).
- Luego de este proceso, leemos los valores obtenidos de los VA de carga obtenidos y las pérdidas en Watts del aceite, se pueden encontrar equipos que presentan los datos en P y Q (potencia real y aparente).
- Con los valores obtenidos se realiza el cálculo del factor de potencia, de acuerdo a la siguiente formula:

$$\%F.P = \frac{mW}{mVA} \times 100 \text{ o } = \frac{P}{S}$$

Según la norma ASTM D-924 se recomienda solo hacer una prueba por cada muestra ingresada en la celda.

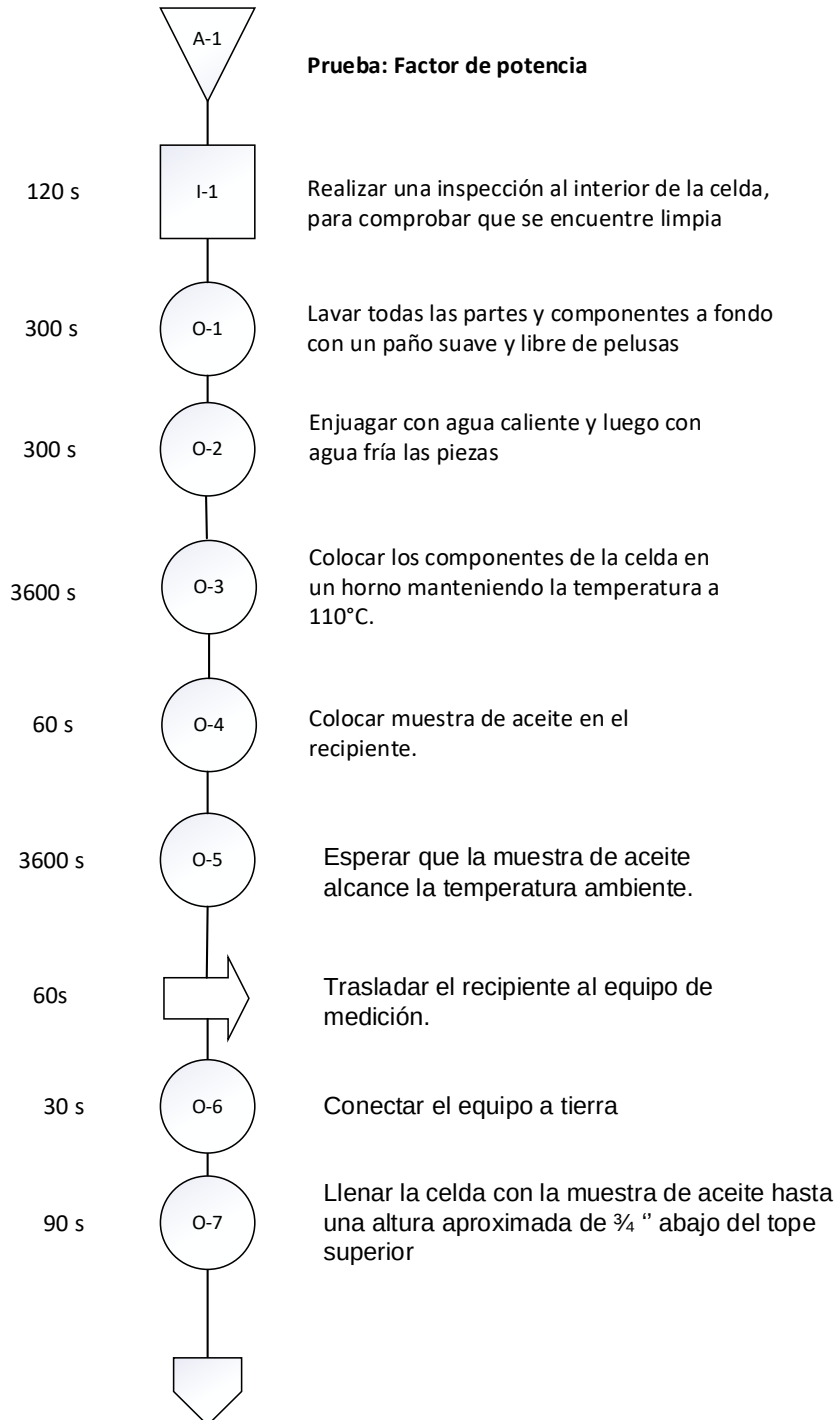
Diagrama 20 Diagrama de bloques para la prueba de Factor de Potencia

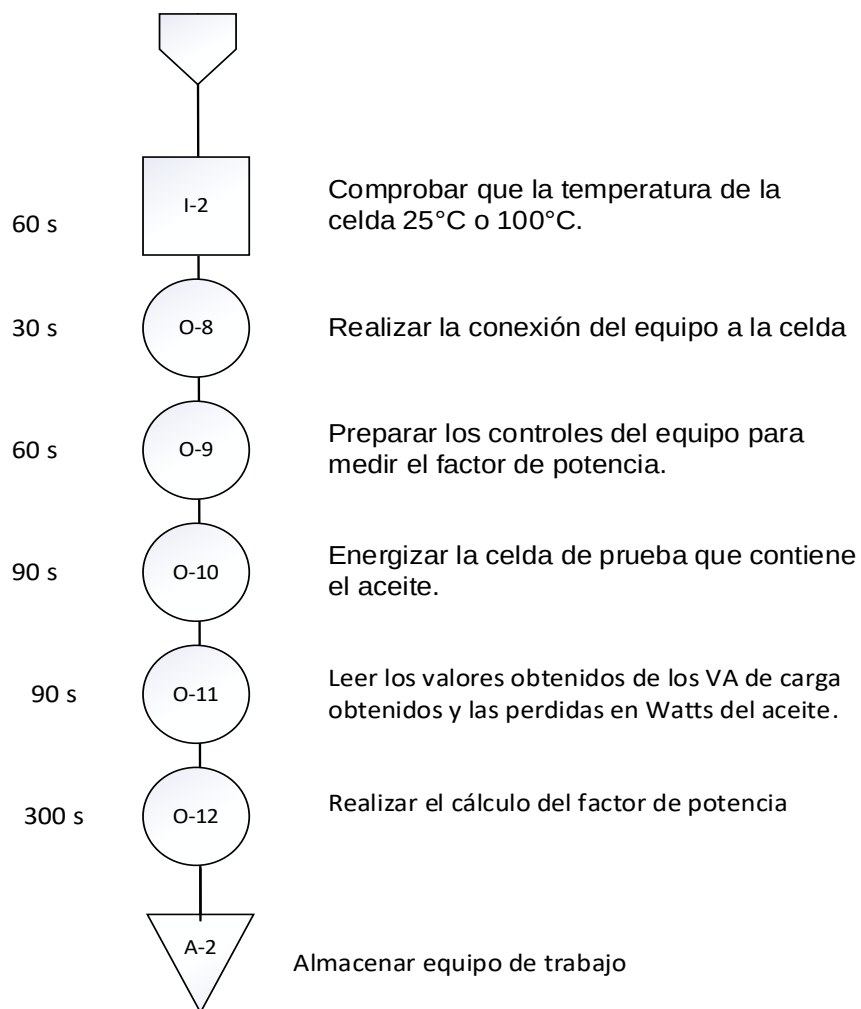


Nota: Elaboración propia.

Diagrama 21 Cursograma analítico de la prueba de Factor de Potencia

Servicio: Factor de potencia	Metodo: Metodo actual	Codigo del proceso:
Codigo del producto:	Elaborado por: OA15003	
Fecha: 14/06/2023	Departamento: Ingeniería Eléctrica	

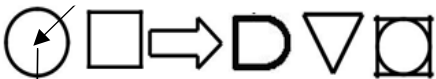
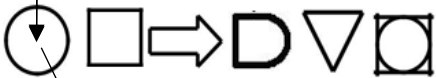
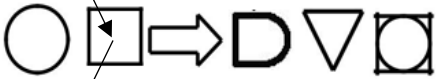
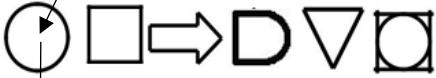
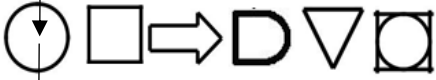
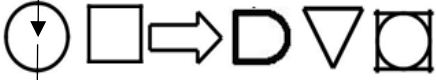
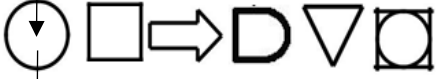
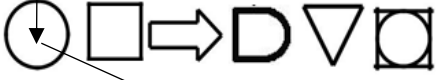
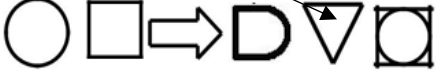




CUADRO RESUMEN				
ELEMENTO	SIMBOLOGIA	CANTIDAD	TIEMPO	DISTANCIA
OPERACIÓN		12	8730	—
TRANSPORTE		1		1
INSPECCION		2	180	—
DEMORA		0	—	—
ALMACENAMIENTO		2	—	—
OPERACIÓN E INSPECCION		0	—	—
TOTAL		17	8910	1

Nota: Elaboración propia.

CARTA DE PROCESO				
UBICACIÓN: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR		RESUMEN		
ACTIVIDAD: FACTOR DE POTENCIA	ACTIVIDAD	ACTUAL	TIEMPO	PROPUESTO
FECHA: 21/06/2023	OPERACIÓN	12	8730	
ELABORADO POR:	TRANSPORTE	1		
DIAGRAMA EMPIEZA EN :ALMACENAMIENTO	DEMORA	0		
DIAGRAMATERMINA EN: ALMACENAMIENTO	INSPECCION	2	180	
METODO : DIBUJO N°	ALMACENAJE	2		
HOJA 1	COMBINADA	0		
	DISTANCIA	1		
	TOTAL	17	8910	
UNIDAD DE DISTANCIA	UNIDAD DE TIEMPO	SIMBOLO		DESCRIPCION
				Se saca el equipo del almacenamiento
	120 s			Realizar una inspección al interior de la celda, para comprobar que se encuentre limpia
	300s			Lavar todas las partes y componentes a fondo con un paño suave y libre de
	300s			Enjuagar con agua caliente y luego con agua fría las piezas
	3600s			Colocar los componentes de la celda en un horno manteniendo la temperatura a 110°C.
	60s			Colocar muestra de aceite en el recipiente.
	3600s			Esperar que la muestra de aceite alcance la temperatura ambiente.
	60S			Trasladar el recipiente al equipo de medición.

	30s		Se debe conectar el equipo a tierra
	90s		Llenar la celda con la muestra de aceite hasta una altura aproximada de $\frac{3}{4}$ " abajo del tope superior
	60s		Comprobar que la temperatura de la celda 25°C o 100°C.
	30s		Realizar la conexión del equipo a la celda
	60s		Preparar los controles del equipo para medir el factor de potencia.
	90s		Energizar la celda de prueba que contiene el aceite.
	90s		Leer los valores obtenidos de los VA de carga obtenidos y las perdidas en Watts del aceite.
	300s		Realizar el cálculo del factor de potencia
			Almacenar equipo de trabajo

Nota: Elaboración propia.

1.2.3 Determinación de color.

Antes de realizar el ensayo se debe tener la precaución de utilizar un recipiente limpio, ya que cualquier contaminante en el recipiente puede alterar los resultados. El recipiente debe ser enjuagado con un poco de la muestra de aceite a utilizarse.

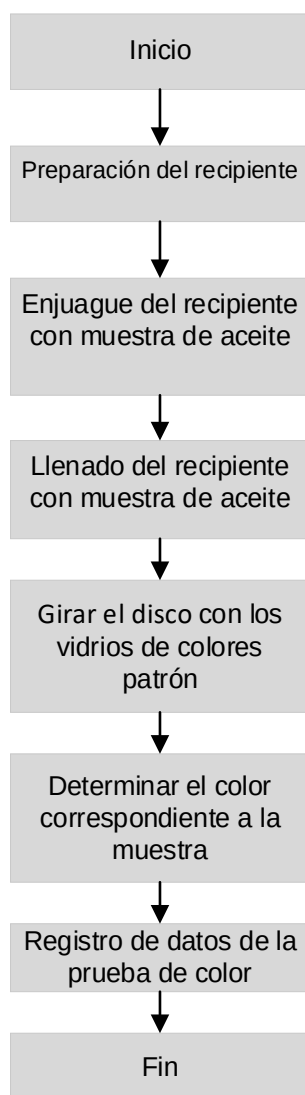
Para desarrollar la prueba se sigue los siguientes pasos:

- Llenar uno de los recipientes de muestra hasta la mitad aproximadamente con el aceite que se va a probar.
- Girar el disco con los vidrios de colores patrón, hasta que se determine el color a la que corresponde la muestra de aceite.
- Anotar los datos en una hoja de registro individual para cada transformador, en la que se el historial de resultados para la prueba de color, de manera que se pueda establecer la evolución de la coloración del aceite.

Nota. Algunas recomendaciones que ofrece la norma ASTM D1500 para realizar esta prueba son:

- Cuando la muestra es más oscura que el color 8.0 se debe mezclar, para una muestra con volumen de 100%, un 15% de ese volumen será formado por kerosén y el otro 85% del volumen será formado por la muestra de aceite.
- cuando la muestra de aceite no es clara, la norma recomienda calentar hasta una temperatura de 6 °C por encima del punto en el cual la turbidez desaparece, y se realiza la prueba a esa temperatura.

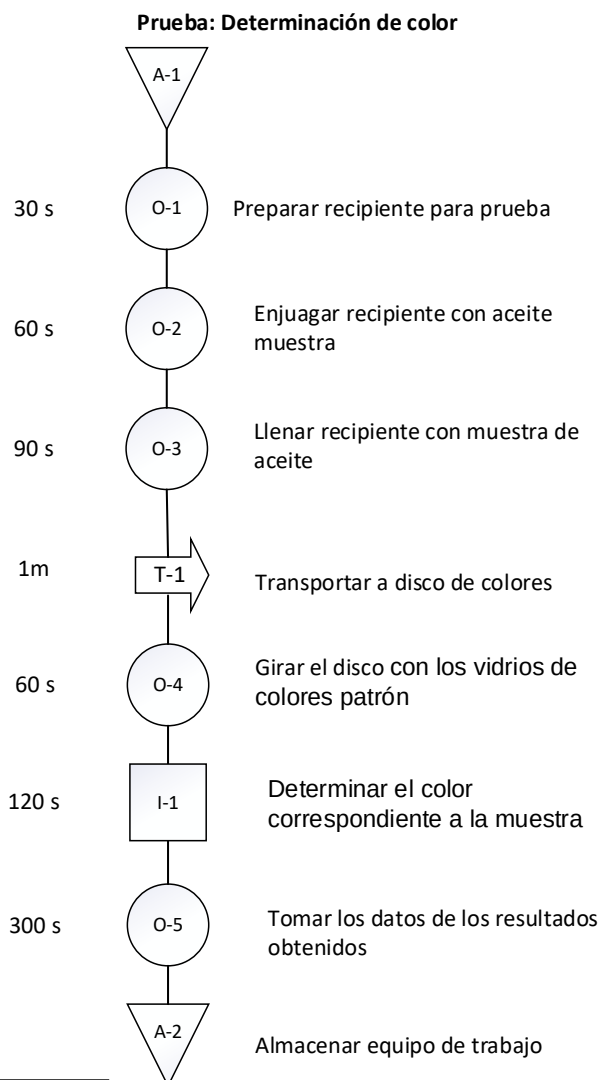
Diagrama 22 Diagrama de bloques para prueba de determinación de color



Nota: Elaboración propia.

Diagrama 23 Cursograma analítico de la prueba de Determinación de Color

Servicio: Determinación de color	Metodo: Metodo actual	Codigo del proceso:
Codigo del producto:	Elaborado por: OA15003	
Fecha: 14/06/2023	Departamento: Ingeniería Eléctrica	



CUADRO RESUMEN				
ELEMENTO	SIMBOLOGIA	CANTIDAD	TIEMPO	DISTANCIA
OPERACIÓN	○	5	540	—
TRANSPORTE	➡	1	—	1
INSPECCION	□	1	120	—
DEMORA	D	0	—	—
ALMACENAMIENTO	▽	2	—	—
OPERACIÓN E INSPECCION	◻	0	—	—
TOTAL		9	660	1

Nota: Elaboración propia.

Diagrama 24 Cara de proceso para la prueba de Determinación de Color

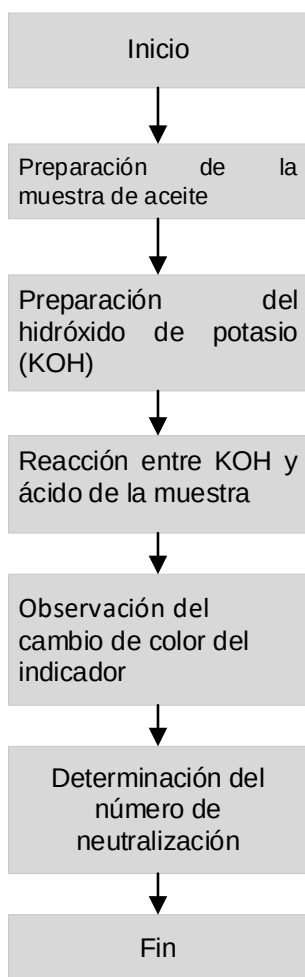
CARTA DE PROCESO				
UBICACIÓN: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR		RESUMEN		
ACTIVIDAD: DETERMINACIÓN DE COLOR	ACTIVIDAD	ACTUAL	TIEMPO	PROPUESTO
FECHA: 27/04/2020	OPERACIÓN	5	540	
ELABORADO POR: OA15003	TRANSPORTE	1		
DIAGRAMA EMPIEZA EN: ALMACENAMIENTO	DEMORA	0		
DIAGRAMA TERMINA EN: ALMACENAMIENTO	INSPECCIÓN	1	120	
METODO: DIBUJO N°	ALMACENAMIENTO	2		
HOJA 1	COMBINADA	0		
	DISTANCIA	1		
	TOTAL	9	660	
UNIDAD DE DISTANCIA	UNIDAD DE TIEMPO	SIMBOLO		DESCRIPCION
				Se saca el equipo del almacenamiento
	30 s			Se prepara el
	60 s			Enjuagar recipiente con aceite muestra
	90 s			Se llena el recipiente con muestra de aceite
	60 s			El recipiente se traslada al disco de
	60 s			Se gira disco con los vidrios de colores
	120 s			Determinar el color correspondiente a la
	300 s			Tomar los datos de los resultados obtenidos
				Almacenar equipo de trabajo

Nota: Elaboración propia.

1.2.4 Acidez (número de neutralización).

Con el método ASTM D974 es muy similar al de ASTM D664, la diferencia radica en que el punto final de reacción de KOH con el ácido de la muestra se determina no con una pendiente de gráfica, sino que con un cambio de color. Se busca observar un cambio de color de un indicador ácido/base colocado en el recipiente que contiene la muestra. Al recipiente se le va añadiendo cantidades de hidróxido de potasio que va reaccionando con el ácido que contiene la muestra de aceite. Cuando ya todos los ácidos contenidos han reaccionado con el KOH y se añade otra cantidad de este último, el indicador cambia de color señalando que la reacción ha llegado a su fin. El número de neutralización se determina entonces dependiendo de la cantidad de KOH utilizado como reactivo y el peso de la muestra.

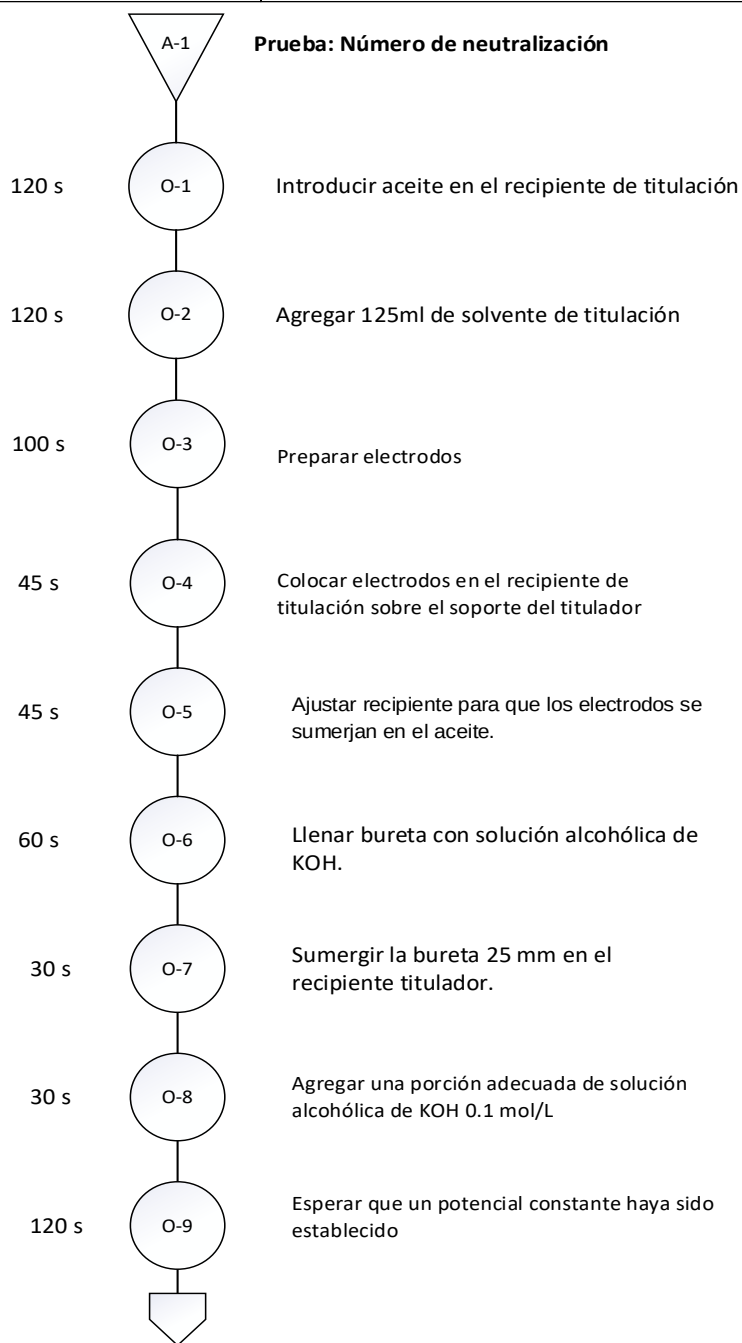
Diagrama 25 Diagrama de bloques para prueba de Acidez

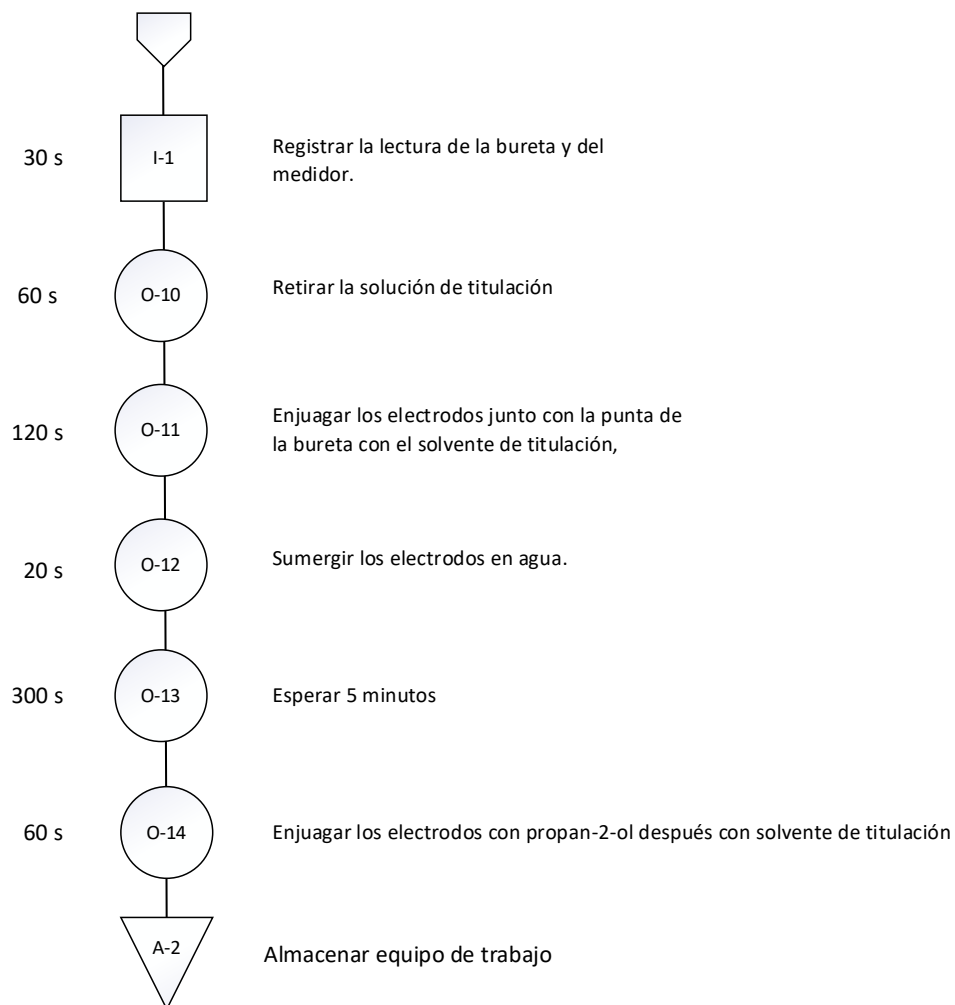


Nota: Elaboración propia.

Diagrama 26 Cursograma analítico de prueba de Acidez

Servicio: Número de neutralización	Metodo: Metodo actual	Codigo del proceso:
Codigo del producto:	Elaborado por: OA15003	
Fecha: 14/06/2023	Departamento: Ingeniería Eléctrica	

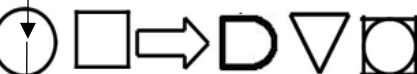
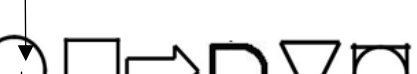
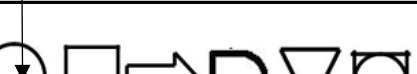
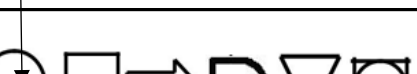


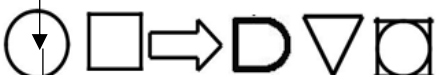
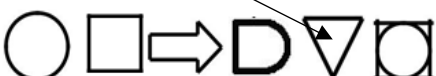


CUADRO RESUMEN				
ELEMENTO	SIMBOLOGIA	CANTIDAD	TIEMPO	DISTANCIA
OPERACIÓN		14	1230	—
TRANSPORTE		-	—	-
INSPECCION		1	30	—
DEMORA		0	—	—
ALMACENAMIENTO		2	—	—
OPERACIÓN E INSPECCION		0	—	—
TOTAL		17	1260	0

Nota: Elaboración propia.

Diagrama 27 Carta de proceso para prueba de acidez

CARTA DE PROCESO				
UBICACIÓN: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR		RESUMEN		
ACTIVIDAD: NÚMERO DE NEUTRALIZACIÓN	ACTIVIDAD	ACTUAL	TIEMPO	PROPUESTO
FECHA: 21/06/2020	OPERACIÓN	14	1230	
ELABORADO POR:	TRANSPORTE	0	0	
DIAGRAMA EMPIEZA EN :ALMACENAMIENTO	DEMORA	0		
DIAGRAMATERMINA EN: ALMACENAMIENTO	INSPECCION	1	30	
METODO : DIBUJO N°	ALMACENAJE	2		
HOJA 1	COMBINADA	0		
	DISTANCIA			
	TOTAL	17	1260	
UNIDAD DE DISTANCIA	UNIDAD DE TIEMPO	SIMBOLO		DESCRIPCION
				Se saca el equipo del almacenamiento
	120s			Introducir aceite en el recipiente de titulación
	120s			Se agregan 125ml de solvente de titulación
	100s			Se preparan los electrodos
	45s			Colocar electrodos en el recipiente de titulación sobre el soporte del titulador
	45s			Ajustar recipiente para que los electrodos se sumerjan
	60s			Llenar bureta con solución alcohólica de KOH.

	30s		Sumergir la bureta 25 mm en el recipiente titulador.
	30s		Agregar una porción adecuada de solución
	120s		Esperar que un potencial constante haya sido
	30s		Se deben registrar la lectura de la bureta y del medidor.
	60s		Retirar la solución de titulación
	120s		Enjuagar los electrodos junto con la punta de la
	20s		Sumergir los electrodos en agua.
	300s		Se deben esperar 5 minutos
	60s		Enjuagar los electrodos con propan-2-ol después con solvente de titulación
			Almacenar equipo de trabajo

Nota: Elaboración propia.

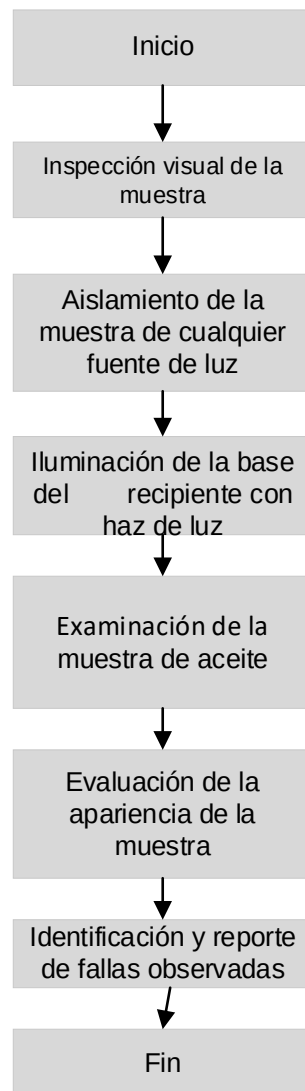
1.2.5 Inspección visual.

De la muestra de aceite obtenida del transformador, se realiza una inspección visual en la que se verifica si en el contenido de la muestra se observa algún material contaminante. El procedimiento para realizar esta prueba es muy simple y consiste en:

- Aislar la muestra de cualquier fuente de luz que intervenga en el proceso de examinación.
- Con una lámpara con un haz de luz estrecho, iluminar la base del recipiente que contiene la muestra de aceite a examinar: este procedimiento de iluminación se ampara en el hecho de que las partículas contaminantes por más pequeñas que sean reflejan la luz y la dispersan lo que hace que el aceite se vea opaco, motivo por el cual se requiere aislar de cualquier otra fuente lumínica.

Con la muestra de aceite examinada cuidadosamente, se considera que una buena muestra de aceite aparecerá limpio y brillante. Si la muestra de aceite es Turbia o presenta nubosidad generalmente marca humedad en suspensión o sedimentos. Si al realizar la prueba de rigidez dieléctrica, la nubosidad puede ser causada por productos de oxidación, en cuyo caso el número de neutralización será probablemente alto y una tensión interfacial baja. Las partículas de metales, aislamiento, carbono, y otras materias se mostrarán muy marcada por la luz reflejada. Se deben reportar las fallas de esta prueba si se observan en el aceite.

Diagrama 28 Diagrama de bloques para prueba de inspección visual

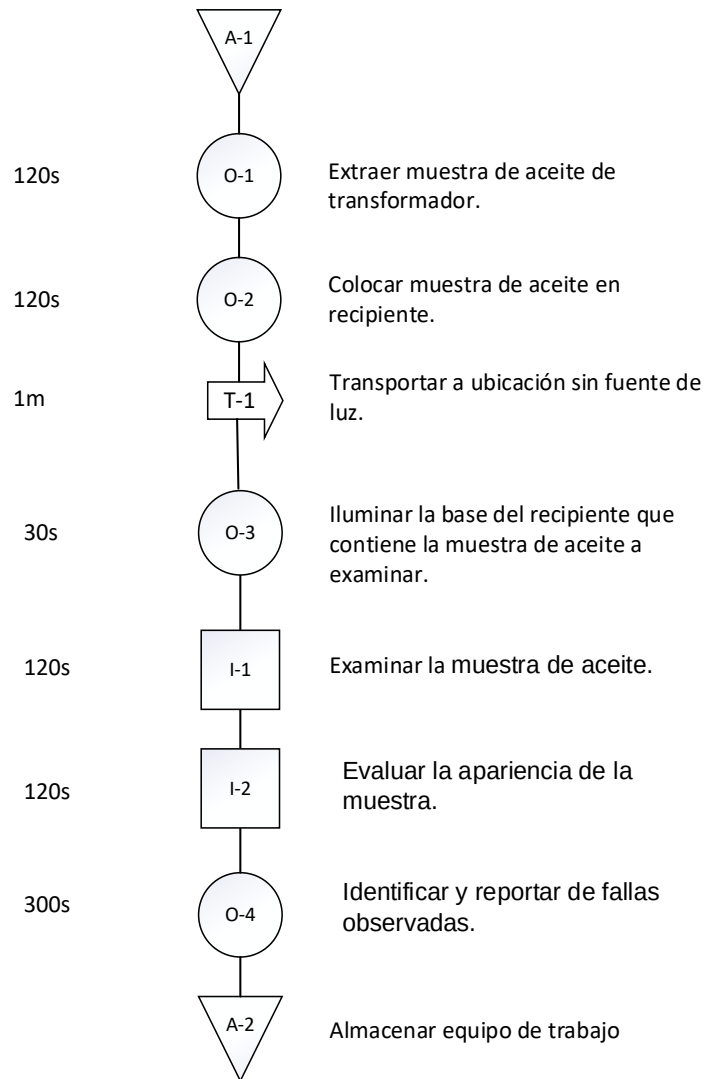


Nota: Elaboración propia.

Diagrama 29 Cursograma analítico prueba de Inspección Visual

Servicio: Inspección visual	Metodo: Metodo actual	Codigo del proceso:
Codigo del producto:	Elaborado por: OA15003	
Fecha: 14/06/2023	Departamento: Ingeniería Electrica	

Prueba: Inspección visual



CUADRO RESUMEN				
ELEMENTO	SIMBOLOGIA	CANTIDAD	TIEMPO	DISTANCIA
OPERACIÓN		4	660	—
TRANSPORTE		1		2
INSPECCION		2	240	—
DEMORA		0	—	—
ALMACENAMIENTO		2	—	—
OPERACIÓN E INSPECCION		0	—	—
TOTAL		9	900	2

Nota: Elaboración propia.

Diagrama 30 Carta de Proceso para prueba de Inspección Visual

CARTA DE PROCESO				
UBICACIÓN: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR		RESUMEN		
ACTIVIDAD: INSPECCIÓN VISUAL	ACTIVIDAD	ACTUAL	TIEMPO	PROPUESTO
FECHA: 27/04/2020	OPERACIÓN	4	660	
ELABORADO POR: OA15003	TRANSPORTE	1	60	
DIAGRAMA EMPIEZA EN: ALMACENAMIENTO	DEMORA	0		
DIAGRAMA TERMINA EN: ALMACENAMIENTO	INSPECCIÓN	2	240	
METODO: DIBUJO N°	ALMACENAJE	2		
HOJA 1	COMBINADA	0		
	DISTANCIA			
	TOTAL	9	960	
UNIDAD DE DISTANCIA	UNIDAD DE TIEMPO	SIMBOLO		DESCRIPCION
				Se saca el equipo del almacenamiento
	120 s			Extraer muestra de aceite de transformador.
	120 s			Colocar muestra de aceite en recipiente.
	120 s			El recipiente se traslada a una ubicación sin fuente de
	30 s			Iluminar la base del recipiente que contiene la muestra de aceite a examinar.
	120 s			Se examina la prueba de aceites
	120 s			Se evalua la apariencia del aceite
	300 s			Identificar y reportar de fallas observadas.
				Almacenar equipo de trabajo

Nota: Elaboración propia.

1.2.6 Prueba de impulso de tipo rayo.

Las pruebas dieléctricas tienen por objetivo general verificar las cualidades de diseño. Correcta fabricación y calidad de los materiales que constituyen los aislamientos de aparatos e instalaciones para redes eléctricas.

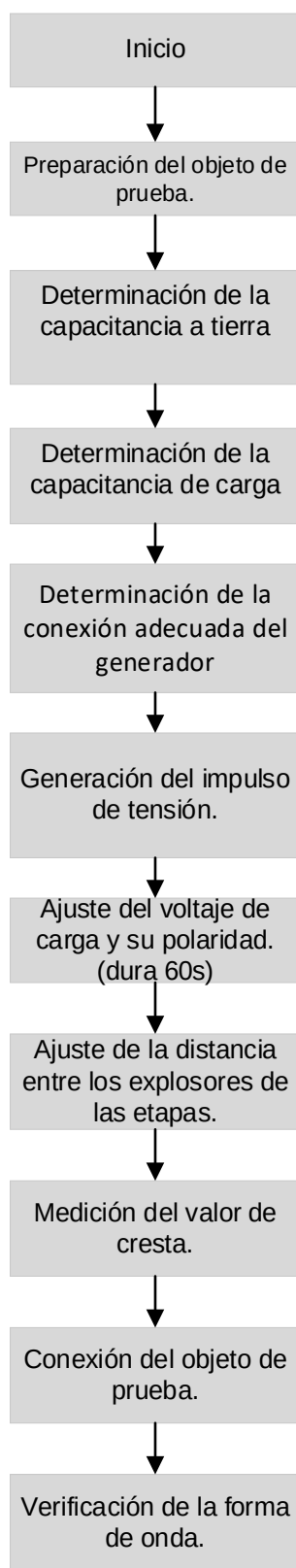
El aislamiento de los transformadores de alta y mediana tensión está formado por una estructura compleja de materiales aislantes de los más diversos tipos, el cual se encuentra sometido a diferentes requerimientos dieléctricos y de otra clase (esfuerzos mecánicos, corrosión química, gradientes térmicos, estos requerimientos pueden provocar deterioros o fallas del aislamiento debido a diseño inadecuados

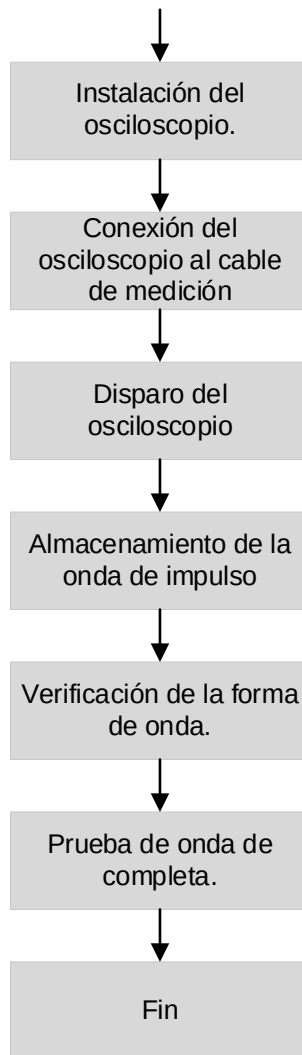
Los esfuerzos dieléctricos que normalmente debe sufrir en servicio son de dos clases

- Esfuerzos dieléctricos ordinarios: son fundamentalmente a la tensión alterna (por ejemplo 50 a 60Hz) que se supone que a esta tensión está prácticamente presente durante la vida útil del transformador, pero sin exceder un valor límite de diseño que es la tensión máxima de servicio.
- Esfuerzos excepcionales. Son aquellos que, si bien aparecen solo esporádicamente y tienen una duración sumamente corta, corresponden a tensiones alterñas o no, cuya magnitud excede el valor de la máxima tensión de servicios, por esta razón se les suele llamar sobre tensión

Es necesario mencionar que la prueba de impulso no debe ser tomado como definitiva en el sentido de que sea la única exigencia para que el aislamiento de un transformador sea apto, aunque se trata sin duda de una de las pruebas dieléctricas más importantes. La información que de ella se obtiene no es suficiente para asegurar el buen funcionamiento de un aislante en servicio, no obstante, una prueba de impulso fallida será prueba irrefutable de que el transformador ensayado no responde a las exigencias impuestas.

Diagrama 31 Diagrama de bloques para prueba de Impulso de Tipo Rayo

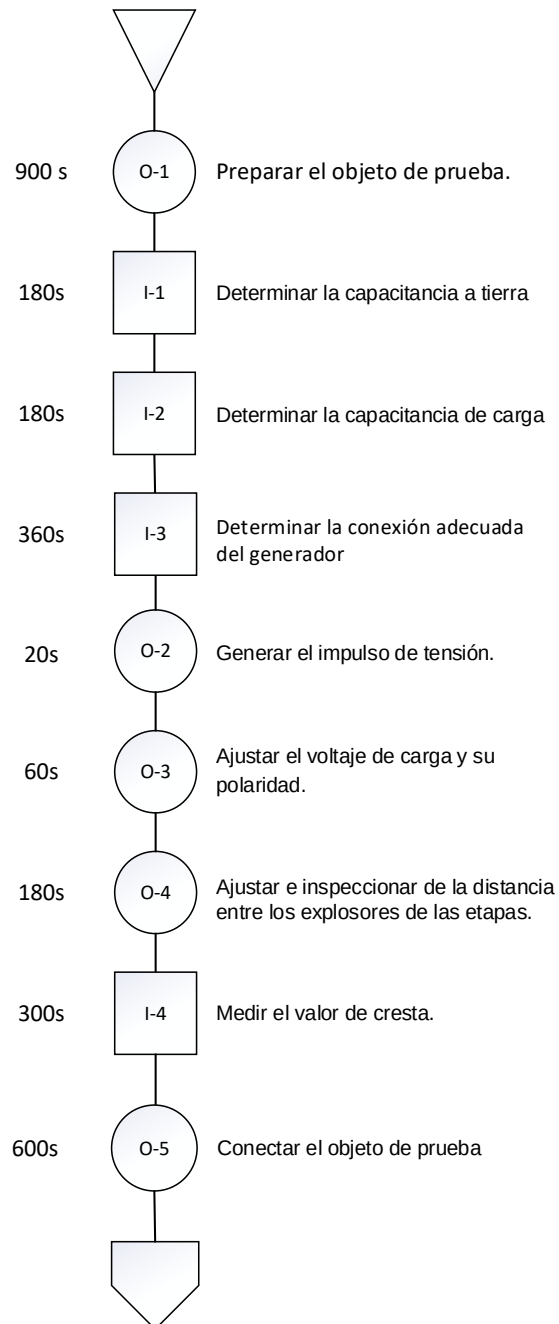


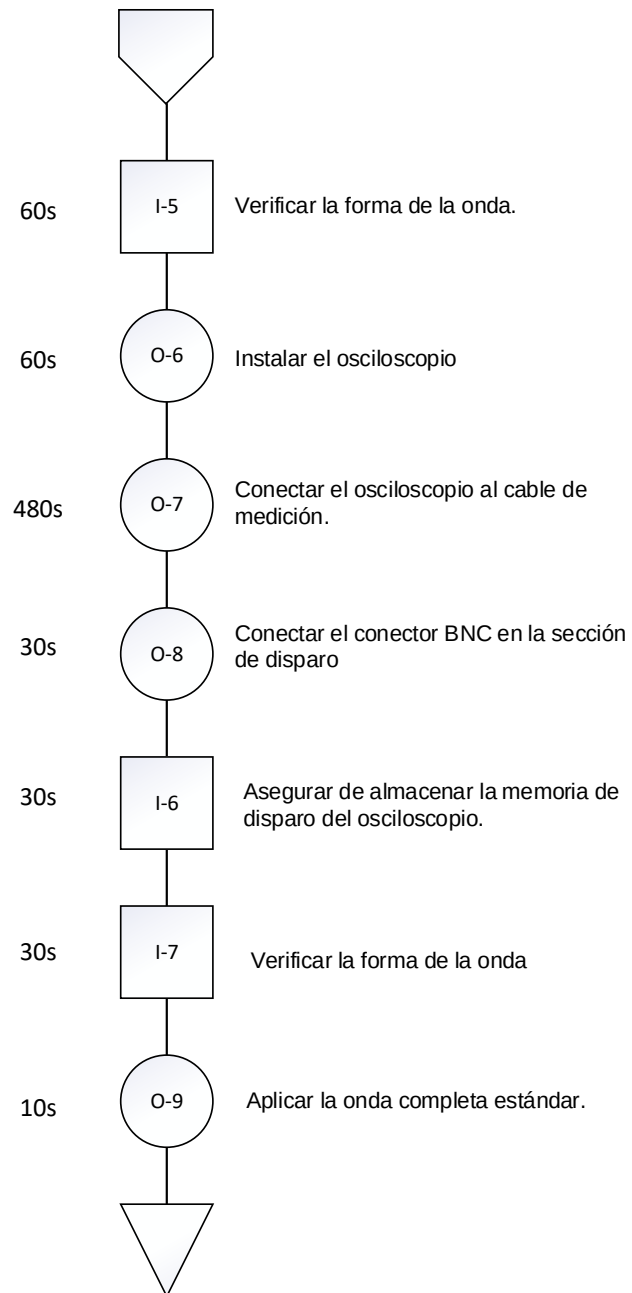


Nota: Elaboración propia.

Diagrama 32 Cursograma analítico para prueba de Impulso Tipo Rayo

Servicio: Prueba de impulso tipo rayo	Metodo: Metodo actual	Codigo del proceso:
Codigo del producto:	Elaborado por: OA15003	
Fecha: 24/06/2023	Departamento: Ingeniería Eléctrica	

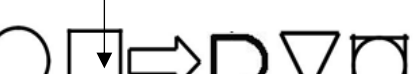
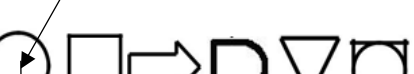
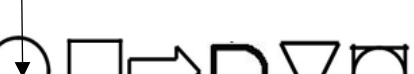




CUADRO RESUMEN				
ELEMENTO	SIMBOLOGIA	CANTIDAD	TIEMPO	DISTANCIA
OPERACIÓN		9	2370	—
TRANSPORTE		-	—	-
INSPECCION		7	1140	—
DEMORA		-	—	—
ALMACENAMIENTO		2	—	—
OPERACIÓN E INSPECCION		-	—	—
TOTAL		18	3510	0

Nota: Elaboración propia

Diagrama 33 Carta de proceso para prueba de Impulso de Tipo Rayo

CARTA DE PROCESO				
UBICACIÓN: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR		RESUMEN		
ACTIVIDAD: PRUEBA DE IMPULSO TIPO RAYO		ACTIVIDAD	ACTUAL	TIEMPO
FECHA: 24/6/2023		OPERACIÓN	9	2370
ELABORADO POR: OA15003		TRANSPORTE	0	
DIAGRAMA EMPIEZA EN :ALMACENAMIENTO		DEMORA	0	
DIAGRAMATERMINA EN: ALMACENAMIENTO		INSPECCION	7	1140
METODO : DIBUJO N°		ALMACENAJE	2	
HOJA 1		COMBINADA	0	
		DISTANCIA	0	
		TOTAL	18	3510
UNIDAD DE DISTANCIA	UNIDAD DE TIEMPO	SIMBOLO		DESCRIPCION
				Se saca el equipo del almacenamiento
	900s			Preparar el objeto de
	180s			Determinar la capacitancia a tierra
	180s			Determinar la capacitancia de carga
	360s			Determinar la conexión adecuada del generador
	20s			Generar el impulso de tensión.
	60s			Ajustar el voltaje de carga y su polaridad.

	180s		Ajustar e inspeccionar de la distancia entre los
	300s		Medir el valor de cresta.
	600s		Conectar el objeto de prueba
	60s		Verificar la forma de la onda.
	60s		Instalar el osciloscopio
	480s		Conectar el osciloscopio al cable de medición.
	30s		Conectar el conector BNC en la sección de disparo
	30s		Asegurar de almacenar la memoria de disparo del
	30s		Verificar la forma de la onda
	10s		Aplicar la onda completa estándar.
			Almacenar equipo de trabajo

Nota: Elaboración propia.

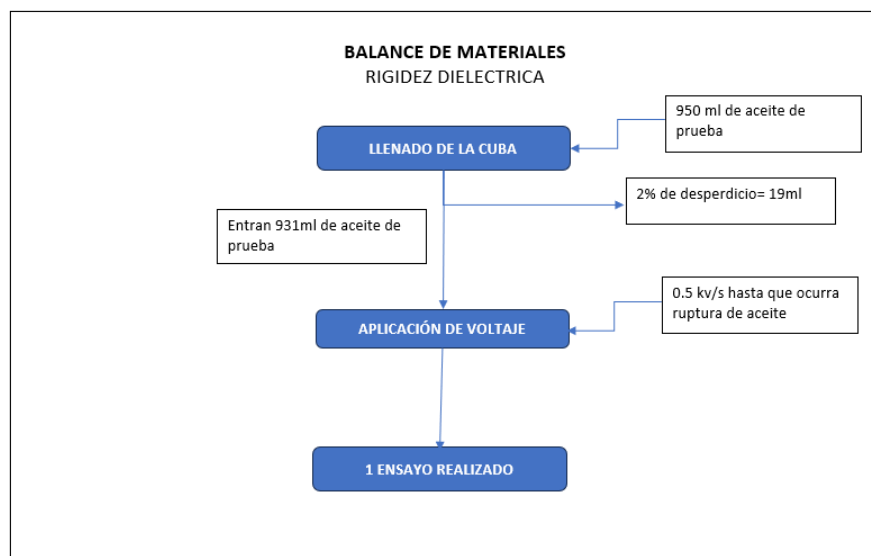
1.3 Balance de Materiales

Se lleva a cabo un Balance de Materiales para cada uno de los servicios disponibles en el Laboratorio de Potencia. Este proceso implica realizar un análisis detallado de los ensayos realizados, lo que permitirá estimar de manera precisa el consumo de materiales asociado a cada servicio. Este enfoque simplificará considerablemente la asignación de costos individuales a cada servicio.

Nota: En el caso de los servicios de inspección visual y prueba de impulso de tipo de rayo no poseen un diagrama de balance de materiales debido a que inspección visual no utiliza ningún tipo de material para realizarse y la prueba de tipo rayo su desperdicio es despreciable.

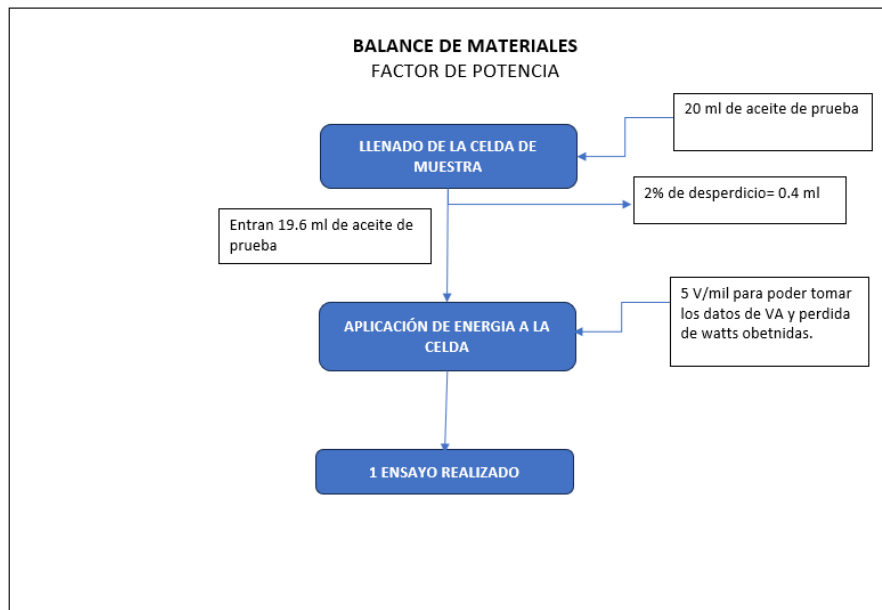
A continuación, se presenta el desglose del balance de materiales correspondiente a cada uno de los servicios:

Diagrama 34 Balance de materiales prueba de Rigidez Dieléctrica



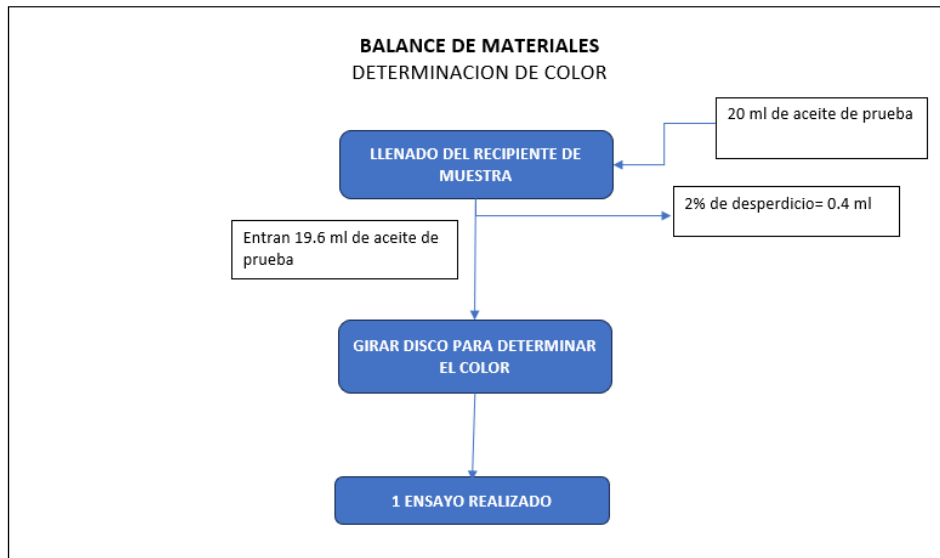
Fuente: Elaboración propia

Diagrama 35 Balance de materiales para Factor de Potencia



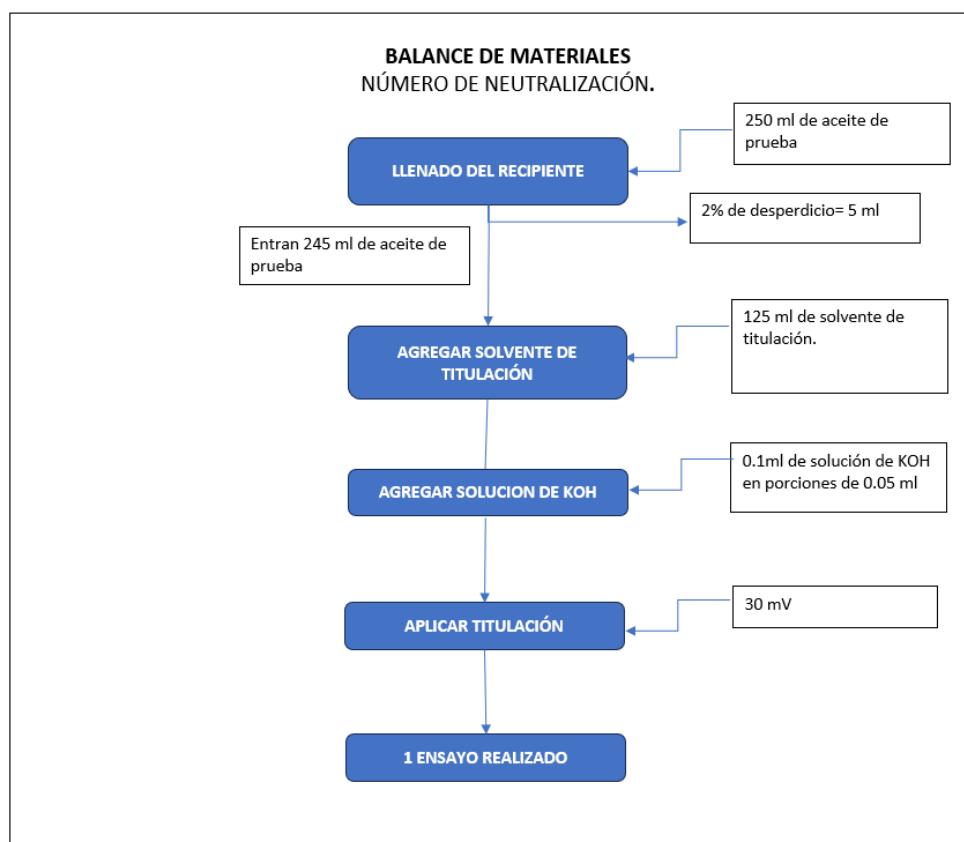
Fuente: Elaboración propia

Diagrama 36 Balance de materiales para Determinación de Color



Fuente: Elaboración propia

Diagrama 37 Balance de materiales para Número de Neutralización



Fuente: Elaboración Propia.

1.4 Personal Requerido

La determinación de colaboradores requerido para el óptimo desempeño del Laboratorio de Potencia implica revisar los cálculos previamente efectuados en relación con la demanda de servicios. En esta fase, se calcula el número total de horas anuales necesarias para llevar a cabo las labores de servicio. A continuación, se presenta un resumen tabular que engloba las horas necesarias tanto para atender a estudiantes como a empresas:

Tabla 90 Demanda de horas al año para servicios del laboratorio de Potencia

Proyección de la demanda de servicios del laboratorio de la escuela de ingeniería eléctrica	
Año 1	Horas totales en el año
1	383.22
2	511.65
3	631.9
4	751.9
5	872.15

Fuente: Elaboración Propia.

Se debe recordar que en la parte de determinación del período de producción se efectúa el cálculo del tiempo normal de trabajo; el cual fue calculado bajo la política laboral de la Universidad de El Salvador y también tomando las siguientes consideraciones:

- Número de turnos al día: 1
- Número de horas de trabajo al día: 8
- Días laborales de trabajo a la semana: 5
- Días no laborales de trabajo a la semana: 2
- Días laborales al año: 215

Dando como resultado:

Tiempo Normal de Trabajo Ajustado = 1,720 horas/año

Al realizar la comparación entre la demanda de horas totales al año y el tiempo normal de trabajo ajustado se observa que la demanda de horas es menor al tiempo disponible, esto quiere decir que se cubre la demanda proyectada de servicios.

De acuerdo con el resultado anterior se determina que es necesaria una persona calificada para la atención del Laboratorio de Potencia.

Debido a que el Laboratorio de Potencia cuenta con 2 colaboradores para realizar las pruebas, se mantendrán la misma cantidad de colaboradores para la ejecución del proyecto.

1.5 Procesos Productivos o de Prestación de Servicios

Todas las empresas están orientadas hacia la producción de bienes o la prestación de servicios. En el caso de aquellas que desarrollan una labor productiva de carácter industrial, una de las primeras decisiones estratégicas que deben tomar es qué sistemas de producción van a emplear.

Sistemas de producción

Cuando se habla de sistemas de producción aplicados a la industria, se refiere a un término formado por dos conceptos principales:

- El concepto de sistema, que consiste en un conjunto de partes que, relacionadas entre sí, forman un todo funcional.
- El concepto de producción, que consiste en la creación de nuevos productos.

Enfocado hacia el área industrial, se obtiene que los sistemas de producción son un conjunto de elementos tales como materias primas, máquinas o capital humano, que tienen como objetivo crear un producto que, posteriormente, se venderá en el mercado.

Por tanto, las empresas no pueden limitarse a elegir su sistema producto y ya finalizar el proceso. Se tiene que evaluar de forma constante y hacer todas las mejoras que estime convenientes. Solo así conseguirá una verdadera ventaja competitiva que podrá mantener en el tiempo.

1.5.1 Selección del sistema de producción

Sistemas de producción en los servicios

En el caso de los servicios, se aplican diferentes enfoques y sistemas de producción para garantizar la eficiencia y calidad en la entrega de servicios. Algunos sistemas de producción utilizados en el ámbito de los servicios son:

Producción por proyectos: En este sistema, los servicios se organizan y entregan en forma de proyectos únicos y específicos para cada cliente. Cada proyecto tiene sus objetivos, plazos y requisitos particulares. Es común en la consultoría, la arquitectura, el desarrollo de software a medida y otras industrias basadas en proyectos.

Producción en masa de servicios estandarizados: Similar al sistema de producción en masa para bienes tangibles, en este caso se estandarizan los servicios para ofrecerlos a una gran cantidad de clientes de manera eficiente. Se utilizan procesos optimizados y recursos especializados para proporcionar servicios de manera rápida y consistente. Ejemplos de esto incluyen servicios de telefonía, servicios bancarios y servicios de transporte.

Producción en línea de servicios: En este sistema, los servicios se entregan siguiendo una línea de atención o proceso, donde los clientes reciben diferentes etapas del servicio a medida que avanzan en la línea. Es común en establecimientos como restaurantes de comida rápida, bancos y otros servicios que siguen un proceso secuencial.

Producción just-in-time (JIT) para servicios: Al igual que en la producción industrial, el sistema JIT se puede aplicar a los servicios para minimizar los tiempos de espera y mejorar la eficiencia. Se busca entregar los servicios justo a tiempo para satisfacer la demanda de los clientes, evitando demoras y tiempos de espera innecesarios. Esto se aplica en servicios como la entrega a domicilio, servicios de transporte compartido y servicios de atención al cliente.

Producción personalizada de servicios: En este sistema, los servicios se adaptan a las necesidades y preferencias individuales de cada cliente. Se enfoca en la personalización y la atención individualizada, brindando servicios a medida para satisfacer las demandas específicas de cada cliente. Este enfoque se utiliza en la industria del turismo, servicios de salud personalizados y servicios profesionales altamente especializados.

Sistema de producción Seleccionado

Producción personalizada de servicios
Para el Laboratorio de Potencia, el sistema de producción seleccionado y que mejor se adapta al diseño del Laboratorio es el sistema de producción personalizado. Debido a que el laboratorio brinda servicios personalizados que se ajustan a las necesidades individuales de cada cliente en términos de las pruebas y ensayos requeridos, entonces estaría operando bajo un sistema de producción personalizada. En este sistema de producción, se trabaja en estrecha colaboración con cada cliente para determinar los detalles precisos de las pruebas, los protocolos a seguir y los resultados esperados. Esto es común en laboratorios que ofrecen servicios de investigación y desarrollo personalizados o pruebas especializadas como lo propone el Laboratorio de Potencia.

1.6 Técnicas de Producción

La producción es un proceso de transformación en el que se combinan elementos tales como la tierra, el capital y el trabajo, para la elaboración de otro elemento llamado producto.

Las técnicas de producción son el conjunto de procedimientos y recursos empleados en un oficio, con el objetivo de obtener un producto o servicio.

Producción artesanal

La producción artesanal es un enfoque tradicional en el que los productos se elaboran a mano, utilizando habilidades y conocimientos transmitidos de generación en generación. Los artesanos trabajan individualmente o en pequeños talleres y utilizan herramientas y técnicas tradicionales. Este enfoque se caracteriza por la atención al detalle y la personalización de los productos. La producción artesanal suele ser lenta y requerir una mano de obra altamente cualificada. Ejemplos de productos artesanales son cerámicas, joyas hechas a mano, muebles tallados a mano y tejidos a mano.

Producción semi industrial

La producción semi industrial es una combinación entre los enfoques artesanales e industriales. En este caso, se utilizan técnicas y herramientas más avanzadas en comparación con la producción artesanal, pero todavía hay una cierta cantidad de trabajo manual involucrado.

La producción semi industrial busca aumentar la eficiencia y la productividad utilizando maquinaria especializada y procesos estandarizados. Sin embargo, todavía se mantiene cierto grado de personalización y atención al detalle. Algunos ejemplos de productos semi industriales incluyen calzado fabricado en serie, muebles producidos en fábricas y ciertos tipos de prendas de vestir.

Producción industrial

La producción industrial se caracteriza por la fabricación en masa de productos utilizando maquinaria altamente automatizada y procesos estandarizados. Este enfoque se centra en la eficiencia, la productividad y la reducción de costos.

La producción industrial es ampliamente utilizada en la fabricación de bienes de consumo, como automóviles, electrodomésticos, dispositivos electrónicos y productos alimenticios envasados. Los productos industriales suelen ser idénticos o muy similares entre sí, ya que se producen en grandes cantidades utilizando técnicas de línea de montaje y fabricación en serie.

1.6.1 Selección de la técnica de producción.

Actualmente el Laboratorio de Potencia no posee maquinaria altamente automatizada y sus procesos pueden variar según los requerimientos del cliente, lo que hace que no sea un proceso altamente estandarizado y debido a la cantidad de involucramiento humano que existe en los distintos ensayos y pruebas hace que sus técnicas de producción sean acordes a una producción semi industrial.

1.7 Especificaciones de recursos

A continuación, se procede a detallar todas las especificaciones técnicas de las materias primas, y equipo necesario para poder llevar a cabo el proceso de prestación de servicio para el laboratorio de potencia de la escuela de ingeniería eléctrica de la universidad de El Salvador.

1.7.1 Especificaciones del probador de rigidez dieléctrica

Ilustración 34 Probador de Rigidez Dieléctrica



Fuente: Imagen retomada de Google Imágenes.

Los parámetros fundamentales en la elección de un medidor de rigidez dieléctrica son los siguientes:

- Rango de tensión
- Test en AC, DC o AC/DC
- Máxima corriente de fugas admisible
- Necesidad de aplicar la tensión en rampa, es decir con un tiempo de subida programable
- Posibles interfaces de comunicaciones: RS232, USB, Ethernet.

Características básicas de un probador de rigidez

- Dimensiones: 460mm x 380mm x 360mm
- Peso: 38 kilos
- Contenido de la caja: comprobador de aceite
- Línea eléctrica
- Línea a tierra
- Búsqueda de prueba
- Electrodo tipo champiñón, plano y esférico 3 pares
- Medidor de calibre 1mm, 2mm, 2.5mm, 4mm
- Cubierta aislante
- Agitador
- Pegamento insulado
- Columna de alto voltaje
- Conexión USB-RS232
- Papel térmico para impresora

- Fusibles
- Manual de instrucciones
- Disco
- Reporte de inspección
- Certificado de calidad

Características del probador de rigidez dieléctrica seleccionado

El probador de rigidez seleccionado para poder ofrecer el servicio de pruebas de rigidez en el laboratorio es el modelo WH-HYYJ502A del distribuidor Twilight S.A. de C.V.

Tabla 91 Especificaciones técnicas del probador de rigidez dieléctrica

Rango	Voltaje de salida: AC 0V ~ 100KV
Tasa de aumento de voltaje	0.5Kv/S $\pm$ 10%, 2Kv/S $\pm$ 5%, 3Kv/S $\pm$ 5%, 5Kv/S $\pm$ 5%
Temperatura	0° C a 70° C
Tolerancias	$\pm$ 1% escala complete + 2 dígitos
Resolución de temperatura	1°C
Condiciones de temperatura	Hasta 45°C

Fuente: Elaboración Propia.

Celda estándar para prueba de rigidez dieléctrica

Ilustración 35 Probador de Rigidez Dieléctrica



Fuente: Imagen retomada de Google Imágenes.

La copa de aceite de prueba estándar de aceite aislante se utiliza para la prueba de rigidez dieléctrica del transformador. La copa de aceite de prueba estándar aislante está llena de aceite. El volumen de la copa de aceite estándar de prueba de aceite aislante es de 400 ml, el color de la copa de aceite estándar es de cerámica blanca.

La capacidad estándar de la copa de aceite es de 350 ml. La copa de aceite estándar es un accesorio del probador de rigidez dieléctrica del aceite aislante. La copa de prueba de presión de aceite aislante de alto voltaje es un recipiente de cerámica para la prueba de presión de aceite aislante. Los dos extremos correspondientes de la pared del cuerpo de la copa de aceite estándar tienen electrodos de cobre para alto voltaje AC 0-80KV. La copa de aceite estándar tiene alta hermeticidad y resistencia a la presión.

Cuidados esenciales de la copa estándar

- La copa de aceite debe mantenerse limpia y debe protegerse llenando aceite de transformador nuevo durante el período fuera de servicio. Después de probar el aceite inferior, debe lavarse con gasolina o algún solvente y secarse antes de continuar usándolo.
- Después de que la copa de aceite y el electrodo se hayan usado continuamente durante un mes, se debe realizar una inspección. Para comprobar si hay algún cambio en la distancia entre los electrodos.
- El aceite de prueba debe colocarse en la sala de prueba durante un período de tiempo sin destruir el sello de almacenamiento original, y la tapa se puede quitar para la prueba cuando la temperatura del aceite esté cerca de la temperatura ambiente.
- Cuando el aceite de prueba se inyecta en la copa de aceite, debe fluir lentamente por la pared interna de la copa de aceite para reducir las burbujas de aire. Durante la operación, no se permite tocar el electrodo, el interior de la copa de aceite y el aceite de prueba. Después de que el aceite de prueba esté lleno, debe reposar durante 10-15 minutos antes de comenzar la prueba.

1.7.2 Especificaciones del equipo para prueba de Factor de potencia

Medidor de factor de potencia de aislamiento

Ilustración 36 Medidor de Factor de Potencia



Fuente: Imagen retomada de Google Imágenes.

Las características generales que deben presentar este tipo de equipos para poder ser considerados por el laboratorio tenemos:

Alimentación de tensión 90 – 264 V (50/60 Hz)

consumo de potencia 500 VA

- Pantalla LCD de color (aprox. 3,5”), resolución 320 x 240 píxeles
- Software disponible en alemán, inglés, francés, español, italiano, portugués, holandés, polaco, ruso, chino (Cn), chino (Tw), checo, turco, coreano
- Normas preprogramadas IEC 60247:2004 Standard/Routine, VDE 0380- 2:2005_01 Standard/Routine, BS 5737:1979 Standard/Routine, ASTM D924-15 Standard/Routine, ASTM D1169-19a Standard/Routine, IEC 61620:1998-11, JIS C2101:2010, NBR 12133 Standard/Routine
- Ensayos libremente programables 10
- Puerto USB 2.0 (conector tipo B)
- Interfaz USB externa BAUR Report Manager (conector tipo A)

Tabla 92 Especificaciones técnicas del equipo de factor de potencia

Mediciones	Margen	Resolución
Medición del factor de disipación	$4 - 1 \times 10^{-6}$	1×10^{-6}
Constante dieléctrica	1-30	1×10^{-2}
Medición de la resistencia específica	2,5 MΩm – 100 TΩm	1×10^{-2} (rango completo)
Medición de la temperatura	11 – 110 °C	0,1 °C

Fuente: Elaboración Propia.

Celda para prueba de factor de potencia

Ilustración 37 Celda de prueba



Fuente: Imagen retomada de Google Imágenes.

La celda de prueba de aceite CP TC12 sirve para determinar la permitividad relativa, el factor de disipación y el factor de potencia de los líquidos aislantes tal como el aceite de transformador.

Características principales

- Caja de pequeñas dimensiones (22 x 25cm/8,6 x 9,8 pulg)
- Peso de 6 kg aproximadamente 13 lb.
- Prueba de tensiones de hasta 12 kv

1.7.3 Especificaciones del equipo para prueba de Inspección Visual

Para este tipo de prueba se requiere un lampara de bolsillo y prácticamente el fin de esta prueba es para verificar el aspecto del aceite; esta característica puede verse afectada por la formación de partículas de todo tipo, turbidez, sedimentos o lodos, carbón, agua libremente en el aceite y opacidad causada por exceso de humedad.

Características de lampara seleccionada para poder realizar la prueba de inspección visual.

- 1000 lúmenes
- Batería de iones de litio mah
- Modo twist spot e flood
- 1 m resistente a los impactos
- Clip de bolsillo
- Cable incluido

1.7.4 Especificaciones del equipo para prueba determinación de color

Ilustración 38 Cromatógrafo



Fuente: Imagen retomada de Google Imágenes.

La prueba de color se utiliza con la finalidad de determinar la calidad y la identificación de ciertos productos ya que el color es una característica de calidad de suma importancia para muchos productos y esta prueba también nos permite conocer el grado de contaminación del producto.

Cuando el aceite de un transformador presenta cambios dentro de un periodo de tiempo corto, es un indicio de que presenta contaminación o deterioro en él. Un oscurecimiento en el color del aceite sin cambio significativo en la acidez de este es un indicativo que la contaminación del aceite proviene de alguna fuente externa.

Este tipo de prueba se realiza con mucha facilidad y el equipo a utilizarse es muy simple entre las especificaciones que cuenta el colorímetro seleccionado podemos encontrar las siguientes:

Tabla 93 Especificaciones técnicas para la prueba de determinación de color

Especificaciones técnicas	
Absorbancia	0-2.5 Abs
Ancho de banda espectral	Ancho de bando de filtro de 15 nm
Compatibilidad celda de muestra	1cm (10ml), 10mm (25ml)
Condiciones de operación	0-50°C; 0-90°C % de humedad relativa (sin condensación)
Detector	Fotodiodo de silicio
Dimensiones	34mm x 69mm x 157mm
Fuente de luz	Diodo de emisión de luz Led
Garantía	12 meses
Longitud de onda	528 ± 2 nm
Método de medida	DPD
Peso	0.25 Kg
Rango de medición	0.02 -+ 2.00 mg/L Cl ₂ ; 0.1 – 8.0 mg/L Cl ₂
Registro de datos	Ultimas 50 mediciones

Fuente: Elaboración Propia.

1.7.5 Especificaciones del equipo para prueba de acidez

Ilustración 39 Kit de pruebas TITRA-LUBE TAN



Fuente: Imagen retomada de Google Imágenes.

Esta prueba se utiliza para estimar el valor ácido total de líquido aislante del transformador. Los ácidos en el aceite pueden provenir de fuentes externas como la contaminación atmosférica.

Estos ácidos son perjudiciales para el sistema de aislamiento y pueden inducir la corrosión dentro del transformador cuando hay agua presente.

Para poder realizar este tipo de pruebas nos auxiliamos con un kit de pruebas in situ que nos ayudara a determinar la acidez total. El control preciso de los fluidos para determinar el aumento del índice de acidez puede reducir las costosas reparaciones o reemplazo de los equipos.

Tabla 94 Especificaciones técnicas del kit de pruebas

Matrices	Aceites industriales/Lubricantes
Método de dirección	Titulación colorimétrica cuantitativa
Niveles de acción	0-2 unidades TAN (mg KOH/g de aceite)
Tiempo de análisis	5 minutos

Fuente: Elaboración Propia.

1.7.6 Especificaciones del equipo para ensayo de impulso tipo rayo

Ilustración 40 Generador de Impulso de Tipo Rayo



Fuente: Imagen retomada de Google Imágenes.

Un impulso tipo rayo es una tensión o una corriente transitoria aperiódica que impacta en los equipos eléctricos y en las redes de servicio al recibir una descarga atmosférica.

En la escuela de Ingeniería Eléctrica de La Universidad de El Salvador se cuenta con un generador de impulsos tipo rayo del tipo GTS, fabricado por PASSONI VILLA, y presenta las siguientes características.

Tabla 95 Especificaciones técnicas de la máquina de pruebas de impulso de tipo rayo

Tensión nominal de carga	400 kV DC
Energía Nominal	10KJ
Numero de etapas	4
Tensión de carga por etapa	10KV
Ritmo entre impulso a 400 kv	30 s
Inductancia del Generador	40 μ H
Temperatura	0-40°C
Humedad relativa	35-95%

Fuente: Elaboración Propia.

El generador de impulsos ha sido diseñado para generar la onda estándar impulso de rayo de 1.2/50 μ s de acuerdo con las normas establecidas para objetos bajo prueba cuya capacitancia a tierra esté en el rango hasta de 8500 pF, utilizando para ello la conexión adecuada.

Prueba de capacitancia

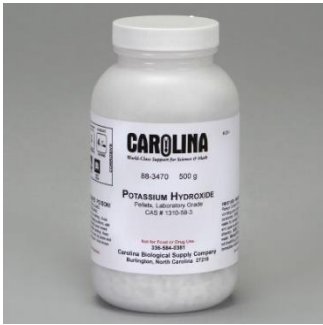
La prueba de factor de capacitancia refleja la disposición física del devanado y su aislamiento. La capacitancia se define por la forma y distancias entre devanados, entre capas de devanado y espiras, así como las distancias al tanque y al núcleo.

Para poder realizar este tipo de pruebas se propone al laboratorio contar con un sistema de prueba de capacitancia que cumpla con ciertas características.

- Mide hasta 10 T Ω
- Prueba PI, DAR, DD, SV y rampa
- Productividad mejorada: opera desde línea de alimentación/ red eléctrica si la batería está agotada
- Batería de iones de litio- capacidad extendida, carga rápida
- Memoria avanzada El almacenamiento de memoria avanzado incluye estampado de fecha y hora de los resultados, registro de datos y recuperación de resultados en la pantalla. Se utiliza una interfaz de dispositivo USB completamente aislada (tipo B) para la transferencia segura de datos al software de gestión de activos PowerDB
- Clasificación de seguridad CATIV 600V.

1.8 Características de los Insumos

Tabla 96 Especificaciones técnicas del Hidróxido de Potasio

CARACTERÍSTICA	ESPECIFICACIÓN	FOTO
Nombre del producto	Hidróxido Potasio	
Color	Blanco	
Tipo de producto	El hidróxido de potasio o potasa cáustica es un producto sólido en escamas, de color blanco, muy higroscópico, delicuescente, de carácter fuertemente alcalino.	
Fórmula química	KOH	
Presentación	Bote	
Cantidad	25 gramos	
Condiciones de almacenamiento	Almacenar sobre tarimas, en lugar seco, bajo techo, protegido de la radiación solar directa y la lluvia; alejado de ácidos fuertes, en recipientes bien cerrados porque absorbe agua y gas carbónico del ambiente. Evitar el contacto con agua, metales (puede generar hidrógeno), compuestos orgánicos halogenados especialmente tricloroetileno porque puede causar reacciones violentas, así como denitrometano y otros nitrocompuestos que podrían formar sales sensibles al impacto. Alejar de alimentos y bebidas.	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 97 Especificaciones técnicas del Papel térmico

CARACTERÍSTICA	ESPECIFICACIÓN	FOTO
Nombre del producto	Papel térmico	
Color	Translúcido	
Tipo de producto	Papel con capa termosensible sin recubrimiento protector. Presenta baja resistencia a la humedad, grasas, aceites o agentes externos. Uso en productos secos.	
Presentación	Rollos	
Cantidad	48 gramos	
Condiciones de almacenamiento	Almacenar en un lugar seco y fresco, mantener el material alejado de fuentes	

	de calor e ignición o la luz directa del sol. Almacenar y procesar el material bajo condiciones estables de humedad y temperatura. Las condiciones ideales son $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa entre 50 y 55 %. Cuando use parcialmente un rollo, regrese el sobrante a su empaque original. Rollos de diferente diámetro exterior deben ser apilados en columnas independientes. Apoyar los rollos sobre superficies planas, en pilas no mayores a 1 metro de altura. No apoyar los rollos de costado (el eje del core debe quedar perpendicular respecto al piso), así se evitará su deformación.	

Fuente: Elaboración Propia.

1.9 Distribución del área de producción

1.9.1 Hoja de análisis de requerimiento total de espacio.

La siguiente hoja de especificaciones de espacio, muestra el espacio requerido para las diferentes áreas del Laboratorio contemplando: maquinaria, equipo, insumos, muebles y otros enseres necesarios para la prestación de servicios.

MAQUINARIA Y EQUIPO.

Tabla 98 Hoja de requerimientos de maquinaria y equipo

Equipo	Dimensiones (m)			Cantidad Unitario
	Largo	Ancho	Alto	
Probador de rigidez dieléctrica (twilight)	0.46	0.38	0.36	1
Medidor de factor de potencia de aislamiento (BAUR)	0.465	0.545	0.77	1
Lámpara (Freund)	0.15	0.037	0.037	1
Colorímetro (ElectriTest)	0.265	0.29	0.235	1
Kit de pruebas TITRA-LUBE TAN (Fisher Scientific)	0.1613	0.0876	0.0317	80
Generador de impulsos tipo rayo (Highvolt)	9.8	13.30	11.40	1

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 99 Hoja de requerimiento de espacio del área de rigidez dieléctrica

Requerimientos de espacio para el área de rigidez dieléctrica	Dimensiones (m)			Cantidad	Costo Unitario
	Largo	Ancho	Alto		
Mesas para equipo de pruebas	1.20	0.6	0.9	1	\$228.99
Módulo de computadora	1.20	0.6	0.75	1	\$119.00
Silla	0.4	0.46	0.67	1	\$35.00
Computadora de trabajo	-	-	-	1	\$1,049.00

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 100 Hoja de requerimiento de espacio de área de factor de potencia

Requerimientos de espacio para el área de factor de potencia	Dimensiones (m)			Cantidad	Costo Unitario
	Largo	Ancho	Alto		
Mesas para equipo de pruebas	1.20	0.6	0.9	1	\$228.99
Módulo de computadora	1.20	0.6	0.75	1	\$119.00
Silla	0.4	0.46	0.67	1	\$35.00
Computadora de trabajo	-	-	-	1	\$1,049.00

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 101 Hoja de requerimiento de espacio de área de inspección visual

Requerimientos de espacio para el área de Inspección Visual	Dimensiones (m)			Cantidad	Costo Unitario
	Largo	Ancho	Alto		
Mesas para equipo de pruebas	1.20	0.6	0.7	1	\$69.00

Tabla 102 Hoja de requerimientos de espacio de área de determinación de color

Requerimientos de espacio para el área de determinación del color	Dimensiones (m)			Cantidad	Costo Unitario
	Largo	Ancho	Alto		
Mesas para equipo de pruebas	1.20	0.6	0.9	1	\$228.99
Módulo de computadora	1.20	0.6	0.75	1	\$119.00
Silla	0.4	0.46	0.67	1	\$35.00
Computadora de trabajo	-	-	-	1	\$1,049.00

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 103 Hoja de requerimiento de espacio de prueba de impulso de tipo rayo

Requerimientos de espacio para el área de la prueba de impulso tipo rayo	Dimensiones (m)			Cantidad	Costo Unitario
	Largo	Ancho	Alto		
Silla	0.4	0.46	0.67	1	\$35.00
Pizarra acrílica con Rodos	1.60	1.0	1.90	1	\$230.00
Mesa de apoyo	1.20	0.6	0.7	1	\$69.00

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 104 Hoja de requerimiento de espacio de área del salón de clase

Requerimientos de espacio para el área asignada como salón de clases	Dimensiones (m)			Cantidad	Costo Unitario
	Largo	Ancho	Alto		
Mesa estilo ejecutiva	2.4	1.2	0.75	2	\$325.00
Sillas	0.4	0.46	0.67	20	\$35.00
Pizarra acrílica con Rodos	1.60	1.0	1.90	1	\$230.00
Casillero de 6 puertas con llave	0.70	0.40	1.12	1	\$399.95
Proyector	-	-	-	1	\$149.00
Laptop	-	-	-	1	\$999.00
Marcador para pizarra	-	-	-	10	\$6.60

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 105 Hoja de requerimiento de espacio de área de número de neutralización

Requerimientos de espacio para el área de Acidez (Número de Neutralización)	Dimensiones (m)			Cantidad	Costo Unitario
	Largo	Ancho	Alto		
Mesas para equipo de pruebas	1.20	0.6	0.7	1	\$69.00
Estante Acero de uso pesado	0.75	0.3	1.50	1	\$74.90

Fuente: Elaboración Propia.

INSUMOS

Tabla 106 Hoja de requerimiento de espacio de área de los insumos

INSUMOS	Dimensiones (m)			Cantidad	Costo Unitario
	Largo	Ancho	Alto		
Papel Térmico 2 ¼ x 80 (27 metros)	-	-	-	30	\$1.19
Hidróxido de potasio (100g)	-	-	-	2	\$67.00

Fuente: Elaboración Propia.

MUEBLES, ENSERES Y EQUIPO DE OFICINA

Tabla 107 Hoja de requerimiento de espacio para muebles y equipo de oficina

MUEBLES Y EQUIPO DE OFICINA	Dimensiones (m)			Cantidad	Costo Unitario
	Largo	Ancho	Alto		
Módulo de computadora	1.20	0.6	0.75	1	\$119.00
Silla	0.4	0.46	0.67	1	\$35.00
Computadora de trabajo	-	-	-	1	\$1,049.00
Estante Acero de uso pesado	0.75	0.3	1.50	1	\$74.90
Dispensador de agua 3 temperaturas	0.36	0.38	0.110	1	\$175.00
Mesa para impresora	1.20	0.60	0.70	1	\$69.00
Impresora EPSON L3250	-	-	-	1	\$239.99
Organizador de escritorio	-	-	-	1	\$12.90
HP Papel para copiado 10 Unidades / 5,000 hojas	0.45	0.30	0.26	1	\$49.99
Basurero metálico calado sin tapa	0.355	0.295	0.355	3	\$9.90

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 108 Hoja de requerimientos de espacio para enseres

ENSERES	Dimensiones (m)			Cantidad	Costo Unitario
	Largo	Ancho	Alto		
Mopa	0.15	0.05	1.50	1	\$18.90
Escoba	0.35	0.11	1.36	1	\$2.00
Organizador multiusos 2 espacios y gancho	0.30	0.05	0.1	1	\$4.80
Desinfectante	0.40	0.15	0.20	1	\$9.79
Recipiente de Basura (Baño)	0.41	0.20	0.41	1	\$29.50

Fuente: Elaboración Propia.

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

Tabla 109 Hoja de requerimiento de espacio para área de EPP

EPP	Dimensiones (m)			Cantidad	Costo Unitario
	Largo	Ancho	Alto		
Extintor abc 10 libras	0.13	0.13	0.49	3	\$37.00
Botiquín de primeros auxilios	0.30	0.12	0.30	1	\$19.50
Estante para EPP	0.75	0.3	1.50	1	\$74.90

MANEJO DE MATERIALES

Tabla 110 Hoja de requerimiento de espacio para área de manejo de materiales

MANEJO DE MATERIALES	Dimensiones (m)			Cantidad	Costo Unitario
	Largo	Ancho	Alto		
Montacargas manual	1.22	6.85	1.18	1	\$450.00
Montacargas manual hidráulico	1.20	0.78	2.00	1	\$1,500.00

Fuente: Elaboración Propia.

REQUERIMIENTO DE ESPACIO TOTAL

Una vez conocido los requerimientos de espacio, se procede al cálculo de las diferentes áreas del Laboratorio

Tabla 111 Área necesaria para prueba de impulso de tipo rayo

Área de actividad	Área Estimada	
	Área Individual (m ²)	Subtotal (m ²)
PRUEBA DE IMPULSO		
Silla	0.184	
Pizarra acrílica con Rodos	1.6	
Mesa de apoyo	0.72	
Generador de impulsos tipo rayo (Highvolt)	130.34	

		132.844

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 112 Área necesaria para prueba de rigidez dieléctrica

Área de actividad	Área Estimada	
	Área Individual (m ²)	Subtotal (m ²)
PRUEBA DE RIGIDEZ DIELECTRICA		
Mesas para equipo de pruebas	0.72	
Módulo de computadora	0.72	
Silla	0.184	
Computadora de trabajo	0	
		1.624

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 113 Área necesaria para prueba de factor de potencia

Área de actividad	Área Estimada	
	Área Individual (m ²)	Subtotal (m ²)
PRUEBA DE FACTOR DE POTENCIA		
Mesas para equipo de pruebas	0.72	
Módulo de computadora	0.72	
Silla	0.184	
Computadora de trabajo	0	
		1.624

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 114 Área necesaria para prueba de inspección visual

Área de actividad	Área Estimada	
	Área Individual (m ²)	Subtotal (m ²)
PRUEBA DE INSPECCIÓN VISUAL		
Mesas para equipo de pruebas	0.72	
		0.72

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 115 Área necesaria para prueba de determinación de color

Área de actividad	Área Estimada	
	Área Individual (m ²)	Subtotal (m ²)
PRUEBA DE DETERMINACIÓN DE COLOR		
Mesas para equipo de pruebas	0.72	
Módulo de computadora	0.72	
Silla	0.184	
Computadora de trabajo	0	
		1.624

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 116 Área necesaria para prueba de acidez

Área de actividad	Área Estimada	
	Área Individual	Subtotal
PRUEBA DE ACIDEZ		
Mesas para equipo de pruebas	0.72	
Estante Acero de uso pesado	0.225	
		0.945

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 117 Área necesaria para el salón de clases

Área de actividad	Área Estimada	
	Área Individual (m ²)	Subtotal (m ²)
SALÓN DE CLASES		
Mesa estilo ejecutiva	2.88	
Sillas	0.184	
Pizarra acrílica con Rodos	1.6	
Casillero de 6 puertas con llave	0.28	
Proyector	0	
Laptop	0	
Marcador para pizarra	0	
		4.944

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 118 Área necesaria para oficina

Área de actividad	Área Estimada	
	Área Individual (m ²)	Subtotal (m ²)
OFICINA		
Módulo de computadora	0.72	
Silla	0.184	
Computadora de trabajo	0	
Estante Acero de uso pesado	0.225	
Dispensador de agua 3 temperaturas	0.1368	
Mesa para impresora	0.72	
Impresora EPSON L3250	0	
Organizador de escritorio	0	
HP Papel para copiado 10 Unidades / 5,000 hojas	0.135	
Basurero metálico calado sin tapa	0.104725	
		2.225525

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 119 Área necesaria para baño

Área de actividad	Área Estimada	
	Área Individual (m ²)	Subtotal (m ²)
BAÑO		
Mopa	0.0075	
Escoba	0.0385	
Organizador multiusos 2 espacios y gancho	0.015	
Desinfectante	0.06	
Recipiente de Basura (Baño)	0.082	
		0.203

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 120 Área necesaria para EPP y Manejo de Materiales

Área de actividad	Área Estimada	
	Área Individual (m ²)	Subtotal (m ²)
EPP Y MANEJO DE MATERIALES		
Extintor abc 10 libras	0.0169	
Botiquín de primeros auxilios	0.036	

Estante para EPP	0.225	
Montacargas manual	8.357	
		8.6349

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 121 Suma total del área requerida para el Laboratorio de Potencia

Área de actividad	Subtotal (m ²)
Impulso de Tipo Rayo	132.84
Factor de Potencia	1.62
Rigidez Dieléctrica	1.62
Inspección Visual	0.72
Determinación del Color	1.62
Acidez (Número de neutralización)	0.95
Salón de clases	4.94
Oficina	2.23
EPP y manejo de materiales	0.20
Baños	8.63
TOTAL (m²)	155.37

Fuente: Elaboración Propia.

1.9.2 Diagrama de relación de actividades

Tabla 122 numeración e identificación de las áreas para el diagrama de actividades

Número	ÁREA
1	Impulso de Tipo Rayo
2	Factor de Potencia
3	Rigidez Dieléctrica
4	Inspección Visual
5	Determinación del Color
6	Acidez (Número de neutralización)
7	Salón de clases
8	Oficina
9	EPP y manejo de materiales
10	Baños

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla de proximidad: La proximidad entre las diferentes actividades será seleccionada en base a los grados de relación definidos en la siguiente tabla:

Tabla 123 Simbología de proximidad para el diagrama de actividades relacionadas

Valor	Proximidad	Color
A	Absolutamente necesario	Rojo
E	Especialmente necesario	Amarillo
I	Importante	Verde
O	Ordinario o normal	Gris
U	Sin importancia	Blanco
X	No recomendable	Azul oscuro

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro o motivos

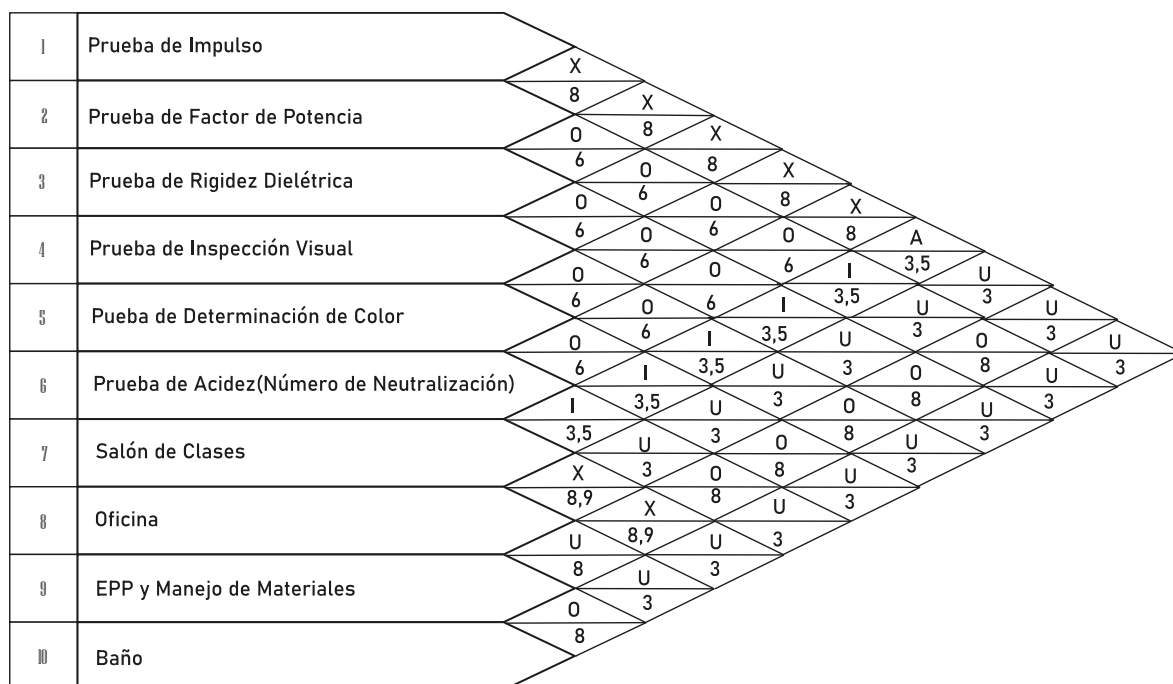
Tabla 124 numeración e identificación de motivos para la carta de actividades relacionadas

1	Utilización de equipo común.
2	Utilización de las mismas herramientas
3	Por conveniencia
4	Necesario para el flujo de trabajo
5	Supervisión y control de actividades
6	Necesidad de comunicación personal
7	Higiene y seguridad ocupacional
8	Evitar distracciones e interrupciones
9	Evitar ruido
10	Fácil acceso y proximidad

Fuente: Elaboración Propia.

Carta de actividades relacionadas

Diagrama 38 Carta de actividades relacionadas del Edificio de Potencia



Fuente: Elaboración Propia.

Diagrama de actividades relacionadas

Tabla 125 Cuadro de cercanía de las actividades

ÁREA		GRADO DE CERCANÍA					
		A	E	I	O	U	X
1	Impulso de Tipo Rayo	7				8,9,10	2,3,4,5,6
2	Rigidez dieléctrica			7	3,4,5,6,9	8,10	1
3	Factor de Potencia			7	2,4,5,6,9	8,10	1
4	Inspección Visual			7	2,3,5,6,8	8,10	1
5	Determinación del Color			7	2,3,4,6,9	8,10	1
6	Acidez (Número de neutralización)			7	2,3,4,5,9	8,10	1
7	Salón de clases	2		2,3,4,5,6		10	8,9
8	Oficina					1,2,3,4,5,6,9,10	7
9	EPP y Manejo de Materiales				2,3,4,5,6	1,8,9	7
10	Baño					1,2,3,4,5,6,7,8,10	

Fuente: Elaboración Propia.

1.9.3 Hoja de trabajo para el diagrama de bloques

Situación inicial:

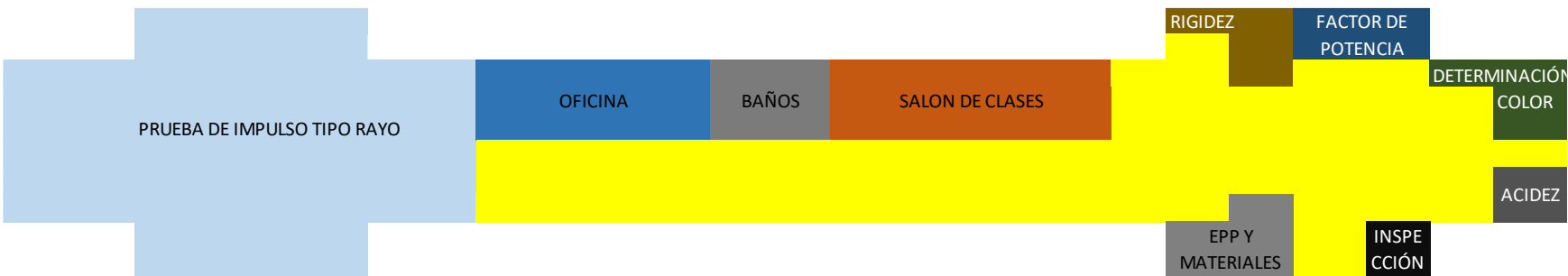
A: 7	E:					A: -	E: -	A: -	E: -		
1						2		3			
						RIGIDEZ DIELECTRICA		FACTOR DE POTENCIA			
						X: 1		X: 1			
PRUEBA DE IMPULSO DE TIPO RAYO		I: 7	O: 3,4,5,6,9	I: 7	O: 2,3,5,6,8						
		A: -	E: -	A: -	E: -						
		10		4							
		OFICINA		BAÑO		SALÓN DE CLASES		EPP y Manejo de Materiales		INSPECCIÓN VISUAL	
		X: 7		X: -		X: 8		X: 7		X: 1	
		I: -	O: -	I: -	O: -	I: 2,3,4,5,6	O: -	I: 7	O: 2,3,4,5,6	I: 7	O: 2,4,5,6,9
										A: -	E: -
										5	
										DETERMINACIÓN DEL COLOR	
										X: 1	
X: 2,3,4,5,6								I: 7	O: 2,3,4,6,9		
								A: -	E: -		
I: O:								6			
								ACIDEZ (NÚMERO DE NEUTRALIZACIÓN)			
								X: 1			
								I: 7	O: 2,3,4,5,9		

PRIMERA APROXIMACIÓN

Diagrama 39 Aproximaciones de la distribución en planta del Edificio de Potencia



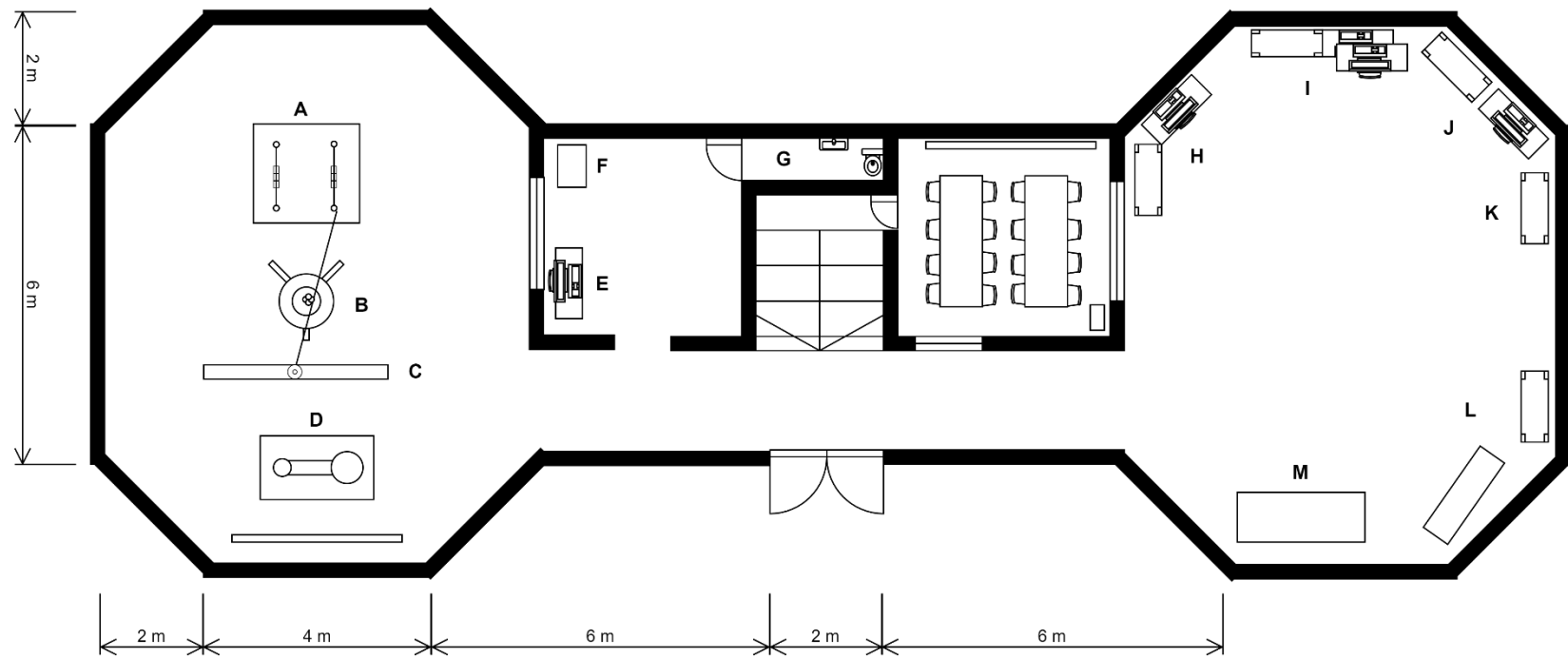
SEGUNDA APROXIMACIÓN



Fuente: Elaboración Propia.

1.9.4 Distribución en planta del edificio de potencia

Diagrama 40 Distribución en Planta del Edificio de Potencia



Fuente: Elaboración Propia.

A	Generador de Impulsos	I	Prueba de factor de potencia
B	Capacitor de carga /divisor	J	Prueba de determinación de color
C	Objeto de prueba	K	Prueba de acidez
D	Espinterómetro de medición	L	Prueba de inspección visual
E	Consola de mando	M	Equipo de Laboratorio
F	Compresor		
G	Baños		
H	Prueba de Rigidez		

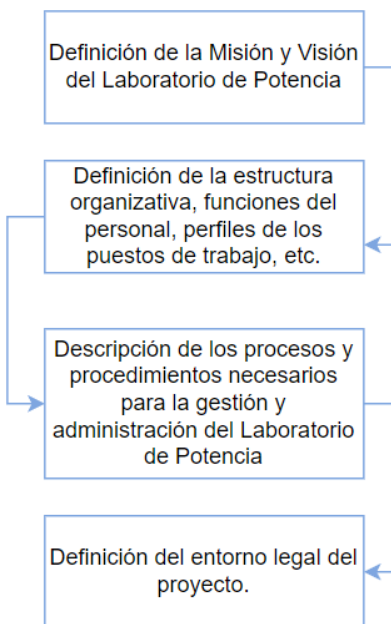
CAPITULO IX: ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO

1. ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO

A partir de la etapa de diagnóstico llevada a cabo en el ámbito educativo y empresarial, se concibe la necesidad de reactivar el Laboratorio de Potencia, con el propósito de cubrir las necesidades no satisfechas de ambas esferas. No obstante, garantizar la prestación efectiva de estos servicios demanda la implementación de condiciones óptimas en términos de la estructura y gestión del funcionamiento del Laboratorio de Potencia.

Los pasos para seguir en el proceso de establecer la estructura organizacional del proyecto se presentan de manera a continuación:

Diagrama 41 Estructura para la organización del proyecto



Fuente: Elaboración propia.

A través del levantamiento de información de la situación actual realizado durante la etapa de Diagnóstico, se identificó que el Laboratorio de Potencia no posee una planeación estratégica definida ni un diseño de su estructura organizacional, por lo que el desarrollo de la gestión organizacional presentada en esta etapa es una propuesta para la futura reactivación de los servicios del Laboratorio.

1.1 Organización

La organización del proyecto se basará en la elaboración de elementos vinculados a los siguientes aspectos: la configuración de la estructura jerárquica del Laboratorio de Potencia, las competencias y roles de los individuos que forman parte de dicha estructura, además de la delimitación de los propósitos del laboratorio en relación con la realización de logros y la manifestación de perspectivas inherentes al Laboratorio de Potencia.

1.1.1 Planeación estratégica del Laboratorio de Potencia.

MISIÓN

Ofrecer un servicio integral de certificación de calidad para aisladores, transformadores y más, basándonos en un alto conocimiento técnico y en el más avanzado equipamiento. De esta manera, buscamos ser un referente en mercados tanto locales como regionales, ofreciendo servicios basados en la transparencia y confidencialidad que se espera de nuestra gestión.

VISIÓN

Ser reconocidos como un laboratorio que dedica sus esfuerzos a ir más allá de los ensayos de laboratorio, inspección y certificación, ayudando a nuestros clientes a aumentar el valor de sus productos asegurando fehacientemente la calidad de los mismos.

VALORES DE LA ORGANIZACIÓN

- **Integridad:** Nos comprometemos con la responsabilidad social, el buen trato de con nuestros colaboradores y clientes.
- **Compromiso:** Estamos comprometidos con el buen uso de los recursos naturales y la producción sostenible
- **Perseverancia:** Trabajamos constantemente para brindar el mejor servicio a nuestros clientes y lograr nuestros objetivos empresariales para el cumplimiento de nuestra visión empresarial.
- **Unión:** El trabajo en equipo es importante para nosotros, creemos que la unión hace la fuerza.
- **Lealtad:** Cumplimos de las reglas y normas de la organización
- **Trabajo En Equipo:** Esforzándonos para lograr el objetivo a cumplir
- **Responsabilidad:** Cumplimiento de las obligaciones o el cuidado al tomar decisiones o realizar algo en pro de la organización
- **Calidad:** Superar las expectativas del cliente

FILOSOFÍA DEL LABORATORIO DE POTENCIA

El Laboratorio de Potencia es un laboratorio universitario, con la infraestructura y equipos necesarios para poder brindar un servicio educativo y profesional de calidad, lo que nos

permite mantener un trato cercano y directo con nuestros clientes, que son nuestra razón de ser.

POLÍTICAS DEL PERSONAL

Los miembros del personal que laboran en las instalaciones del laboratorio de potencia, tienen la responsabilidad de cumplir con las funciones que se les han sido asignadas por niveles superiores.

La Escuela de Ingeniería Eléctrica se hace responsable de brindar a todos sus miembros un ambiente de trabajo agradable de manera que el personal se sienta satisfecho y motivado al desempeñar sus labores.

Los miembros de la empresa contratados deben de cumplir con los requisitos y experiencia necesarios para desempeñar las funciones asignadas.

En caso de ausentarse, la persona debe de reportar la causa de su ausencia con su superior correspondiente, denotando así el nivel de compromiso que tiene con la empresa.

Todos los miembros serán capacitados y preparados según corresponda a las funciones que desempeñan dentro de sus labores.

REGLAMENTO INTERNO DEL LABORATORIO DE POTENCIA.

El presente reglamento tiene como propósito establecer las normas y procedimientos para garantizar un ambiente de trabajo seguro, eficiente y respetuoso para todos los usuarios.

Acceso y horario

2.1 El acceso al Laboratorio está restringido a personal autorizado, incluyendo estudiantes, profesores e investigadores que hayan recibido la debida capacitación y hayan sido autorizados por el responsable del Laboratorio.

2.2 El Laboratorio funcionará en el horario de 8 am a 5 pm de lunes a viernes según el horario establecido por la escuela de ingeniería eléctrica. Los usuarios deben respetar y cumplir con dicho horario, evitando el ingreso al Laboratorio fuera de los períodos asignados sin autorización previa.

Seguridad

3.1 Todos los usuarios deben cumplir con las normas de seguridad establecidas para el uso del Laboratorio. Estas incluyen el uso obligatorio de equipo de protección personal, como gafas de seguridad, guantes y batas de Laboratorio.

3.2 Los usuarios deben estar familiarizados con las ubicaciones y el manejo de los equipos de seguridad y extinción de incendios, así como seguir las instrucciones correspondientes en caso de emergencia.

3.3 Está terminantemente prohibido el consumo de alimentos, bebidas o fumar dentro del Laboratorio.

3.4 Los usuarios deben mantener un ambiente de trabajo ordenado y limpio. Al finalizar cada sesión, se debe dejar el área de trabajo limpia y organizada, eliminando cualquier residuo o desecho de manera adecuada.

Uso de equipos y materiales

4.1 El uso de equipos y materiales está permitido exclusivamente para actividades relacionadas con la potencia eléctrica y ensayos autorizados.

4.2 Antes de utilizar cualquier equipo, los usuarios deben asegurarse de estar familiarizados con su funcionamiento correcto y seguir las instrucciones de uso proporcionadas por el personal del Laboratorio.

4.3 Está prohibido modificar o alterar los equipos sin autorización previa del responsable del Laboratorio.

4.4 Si se produce algún daño o mal funcionamiento en los equipos o materiales, los usuarios deben informar inmediatamente al personal responsable del Laboratorio.

Comportamiento y conducta

5.1 Se espera que todos los usuarios del Laboratorio mantengan un comportamiento responsable, ético y respetuoso hacia los demás usuarios y el personal del Laboratorio.

5.2 Está prohibido el uso del Laboratorio para cualquier actividad no relacionada con los propósitos académicos, de investigación autorizados o servicios de ensayos a externos.

5.3 Los usuarios deben respetar y seguir las instrucciones proporcionadas por el personal del Laboratorio en todo momento.

5.4 Cualquier comportamiento o acción que ponga en peligro la seguridad de los demás usuarios o el funcionamiento del Laboratorio será motivo de sanción y posible expulsión del mismo.

Responsabilidad y indemnidad

Los usuarios del Laboratorio son responsables de su propia seguridad y del correcto uso de los equipos y materiales. El Laboratorio no se hace responsable de cualquier daño o lesión que pueda ocurrir debido a un mal uso, negligencia o incumplimiento de las normas establecidas.

Sanciones

El incumplimiento de las normas y regulaciones establecidas en este reglamento puede resultar en sanciones, que pueden incluir la restricción suspensión del acceso al Laboratorio, según la gravedad y frecuencia de la infracción.

Atención al cliente

8.1 El personal del laboratorio se compromete a brindar una atención al cliente de calidad, cortés y profesional a todos los usuarios.

8.2 Los usuarios tienen el derecho de recibir asistencia y orientación por parte del personal del laboratorio en relación con el uso de equipos, materiales y cualquier consulta relacionada con las actividades en el laboratorio.

8.3 El personal del laboratorio responderá a las consultas y solicitudes de los usuarios de manera oportuna, dentro de los límites razonables y de acuerdo con las políticas y procedimientos establecidos.

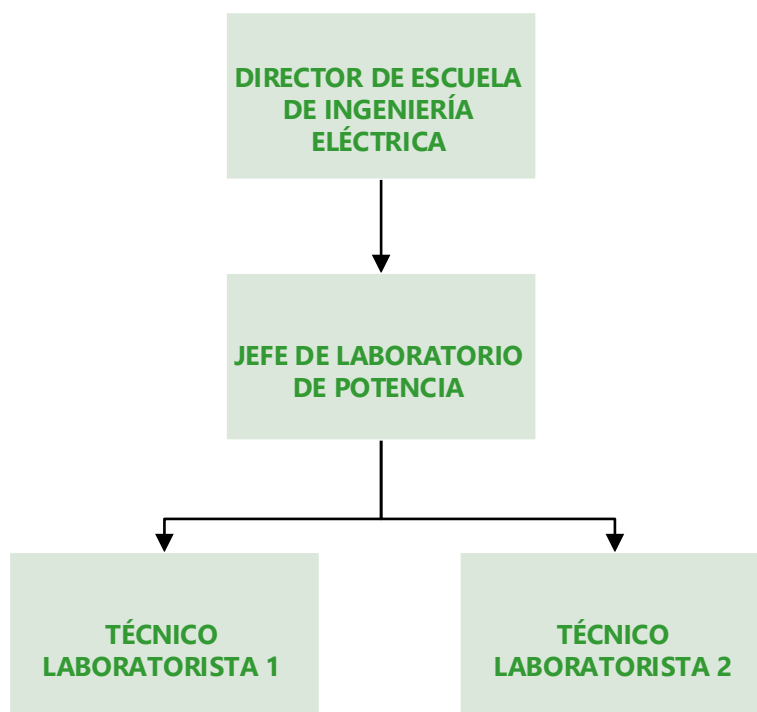
8.4 Los usuarios pueden proporcionar comentarios, sugerencias o quejas sobre la atención al cliente y el funcionamiento del laboratorio. Se anima a los usuarios a comunicar sus opiniones de manera constructiva y respetuosa.

Este reglamento de uso del Laboratorio de potencia tiene como objetivo promover un entorno seguro, ordenado y productivo para todos los usuarios. Se espera que todos los usuarios cumplan con estas normas y regulaciones para garantizar un uso adecuado y responsable del Laboratorio.

1.1.2 Estructura organizativa y recurso humano.

El Laboratorio de Potencia se establecerá como una entidad directamente vinculada al Alma Mater, contando con sus propias figuras de autoridad y equipo encargado. En el caso de este laboratorio en particular, se prevé la necesidad de ocupar tres posiciones laborales. Cada una de estas posiciones implicará diversas tareas y cargas de responsabilidad, las cuales se describirán en etapas subsiguientes. A continuación, se presenta la estructura organizativa sugerida para supervisar las operaciones del Laboratorio de Potencia:

Diagrama 42 Estructura organizativa



Fuente: Elaboración propia.

La descripción de los puestos principales y su responsabilidad se expone a continuación:

Jefe de Laboratorio de Potencia.

Puesto	Jefe de Laboratorio de potencia.

Dependencia Jerárquica	Director de la Escuela de Ingeniería Eléctrica.
Descripción: El jefe de Laboratorio de Potencia Eléctrica desempeñará un rol clave en la gestión y operación eficiente del laboratorio, supervisando las actividades técnicas y administrativas relacionadas con las pruebas, mediciones y análisis de sistemas eléctricos y equipos de potencia. Este profesional liderará un equipo de técnicos y colaborará estrechamente con ingenieros y otros profesionales para garantizar la calidad de los resultados y contribuir al desarrollo de nuevas tecnologías en el campo de la potencia eléctrica.	
Responsabilidades y Funciones Específicas	• Supervisar y coordinar las actividades diarias del laboratorio, incluyendo la planificación y programación de pruebas, asignación de tareas y gestión de recursos. • Dirigir y guiar a un equipo de técnicos de laboratorio, proporcionando orientación, capacitación y apoyo para garantizar un desempeño eficiente y de alta calidad. • Colaborar con ingenieros y otros departamentos para diseñar y ejecutar experimentos y pruebas, y analizar los resultados para informar sobre la toma de decisiones técnicas. • Participar en la investigación y desarrollo de nuevas metodologías de prueba y análisis, y trabajar en la mejora continua de los procesos del laboratorio. • Supervisar la calibración, el mantenimiento y la reparación de equipos de laboratorio, y garantizar su disponibilidad y funcionamiento adecuado. • Evaluar y seleccionar nuevos equipos y tecnologías para mantener el laboratorio actualizado y competitivo en el campo de la potencia eléctrica.
Requisitos Mínimos	• Título universitario en ingeniería eléctrica, electrónica o campo relacionado. Un título de posgrado es preferible. • Experiencia relevante en la gestión de laboratorios de potencia eléctrica o campos afines. • Conocimiento profundo de equipos de medición y pruebas de potencia eléctrica, así como de normas y protocolos de seguridad.

	• Experiencia en liderazgo y gestión de equipos técnicos, con habilidades demostradas para la formación y supervisión. • Habilidades analíticas y capacidad para interpretar datos técnicos complejos. • Excelentes habilidades de comunicación, tanto escritas como verbales, para informar sobre resultados y dirigir al equipo. • Capacidad para tomar decisiones informadas y resolver problemas técnicos y operativos. • Ser docente activo de la Escuela de Ingeniería Eléctrica.

Técnico Laboratorista:

Puesto	Técnico Laboratorista
Dependencia Jerárquica	Jefe de Laboratorio de Potencia
Descripción: El Técnico Laboratorista de Potencia Eléctrica desempeñará un papel esencial en el Laboratorio de Potencia Eléctrica, realizando diversas tareas relacionadas con la medición, análisis y evaluación de sistemas eléctricos y equipos de potencia. El técnico laboratorista contribuirá al aseguramiento de la calidad de los servicios del laboratorio, así como a la investigación y desarrollo de nuevos componentes y sistemas.	
Responsabilidades y funciones específicas	• Realizar mediciones y pruebas en equipos eléctricos y sistemas de potencia, siguiendo procedimientos estandarizados y protocolos de seguridad. • Operar y calibrar equipos de medición y prueba, como analizadores de potencia, osciloscopios, transformadores de corriente, voltímetros, amperímetros, etc. • Analizar los datos recopilados durante las pruebas y generar informes técnicos detallados sobre el rendimiento de los equipos y sistemas. • Colaborar con ingenieros y otros profesionales para llevar a cabo investigaciones y experimentos orientados al desarrollo y mejora de productos y tecnologías eléctricas. • Identificar y resolver problemas técnicos durante las pruebas, ajustando configuraciones y tomando medidas correctivas según sea necesario.

	• Mantener y organizar el laboratorio, asegurando que los equipos estén en condiciones óptimas y cumpliendo con las normativas de seguridad.
Requisitos mínimos	• Título técnico o equivalente en electricidad, electrónica, ingeniería eléctrica o campo relacionado. • Experiencia previa en la realización de pruebas eléctricas y mediciones en laboratorios de potencia. • Conocimiento de equipos de medición y pruebas, así como de normas de seguridad eléctrica. • Capacidad para interpretar y analizar datos técnicos y generar informes detallados. • Habilidad para solucionar problemas técnicos de manera efectiva y eficiente. • Destreza en la operación y calibración de equipos de laboratorio.

Fuente: Elaboración Propia.

1.1.3 Gestión de la administración del laboratorio de potencia

El laboratorio operará según el calendario académico anual, ajustándose también a otras directrices que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura defina. No obstante, para garantizar la operatividad eficiente del Laboratorio de Potencia, se requiere establecer una serie de procesos y procedimientos que simplificarán su operación.

SISTEMA DE PROCESOS

En esta sección se detallan los procesos de manera lógica y sistemática, siguiendo la metodología de tipificación de procesos o mapa de procesos que los categoriza en procesos primordiales, estratégicos y auxiliares.

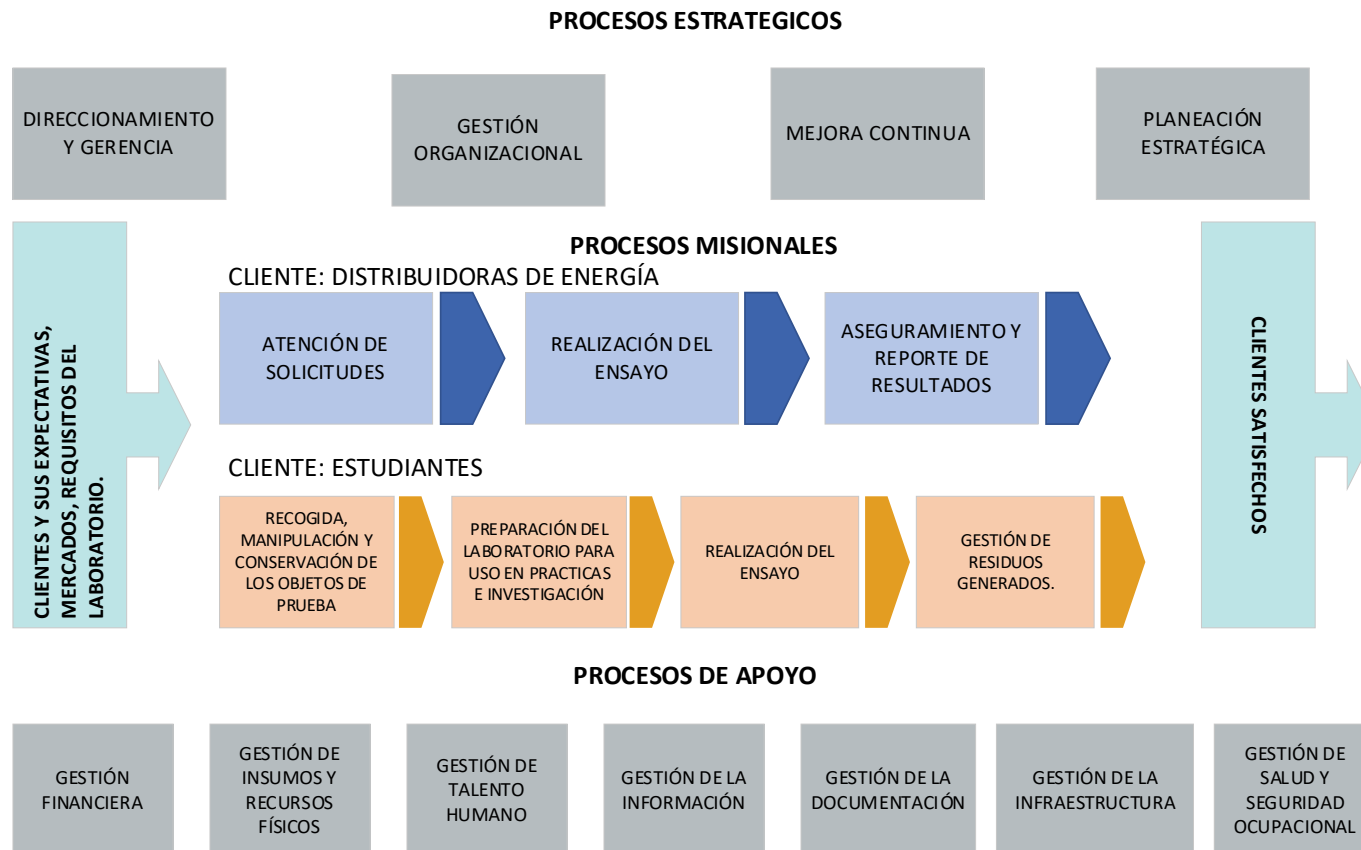
Definición de tipo de proceso:

Procesos Claves: Estos son los procesos centrales que están directamente relacionados con la misión principal de la organización y que tienen un impacto significativo en la satisfacción del cliente o en la consecución de los objetivos clave. Son aquellos que crean y entregan valor directamente a los clientes o usuarios. Estos procesos a menudo son los más visibles y se consideran esenciales para el éxito del Laboratorio de Potencia.

Procesos Estratégicos: Los procesos estratégicos son aquellos que se alinean con los objetivos y la dirección estratégica de la organización. Estos procesos influyen en la toma de decisiones a nivel de la jefatura del Laboratorio y director de la Escuela de Ingeniería Eléctrica y se relacionan con la planificación a largo plazo, la innovación y la adaptación al entorno cambiante.

Procesos de Apoyo: Los procesos de apoyo son aquellos que respaldan y facilitan la ejecución de los procesos claves y estratégicos. Estos procesos incluyen actividades como recursos humanos, contabilidad, tecnología de la información, adquisiciones y mantenimiento.

Diagrama 43 Mapa de procesos



Nota: Elaboración propia

Descripción de los componentes.

Direccionamiento y Gerencia: Es el planteamiento, coordinación y desarrollo de las tareas necesarias para cumplir las metas trazadas.

Gestión Organizacional: Son los procesos destinados a la planificación de la gestión de recursos materiales y humanos de forma óptima.

Mejora Continua: Son los procesos destinados a la búsqueda constante para identificar oportunidades de corrección, ajustes y mejoras en los procesos y los servicios.

Planeación Estratégica: Son los procesos para estudiar, definir y ejecutar el camino que debe seguir el laboratorio para llegar a sus objetivos estratégicos que permitirán establecer una visión, misión, valores y los objetivos a corto, mediano y largo plazo.

Gestión Financiera: Son las prácticas estratégicas de establecer, controlar y supervisar todos los recursos financieros para lograr los objetivos del laboratorio.

Gestión de Insumos y Recursos Físicos: Son los procesos de la administración, dentro del ámbito de la adquisición y manejo de los recursos físicos que son necesarios para el laboratorio como mobiliario y equipo e insumos necesario para la realización de ensayos.

Gestión de Talento Humano: Son los procesos diseñados para atraer, gestionar, desarrollar, motivar y retener a los colaboradores.

Gestión de la Información: Son los procesos por los cuales se controla el ciclo de vida de la información, desde su obtención hasta su disposición final (su archivo o eliminación).

Gestión de la documentación: Son los procesos destinados a archivar y recuperar documentos.

Gestión de la infraestructura: Comprende la planeación y presupuesto asignado para el mantenimiento, renovación de la infraestructura física del laboratorio.

Gestión de Salud y Seguridad Ocupacional: Corresponde a la evaluación de los peligros y los riesgos en los puestos de trabajo, y la adopción de medidas para controlarlos con eficacia.

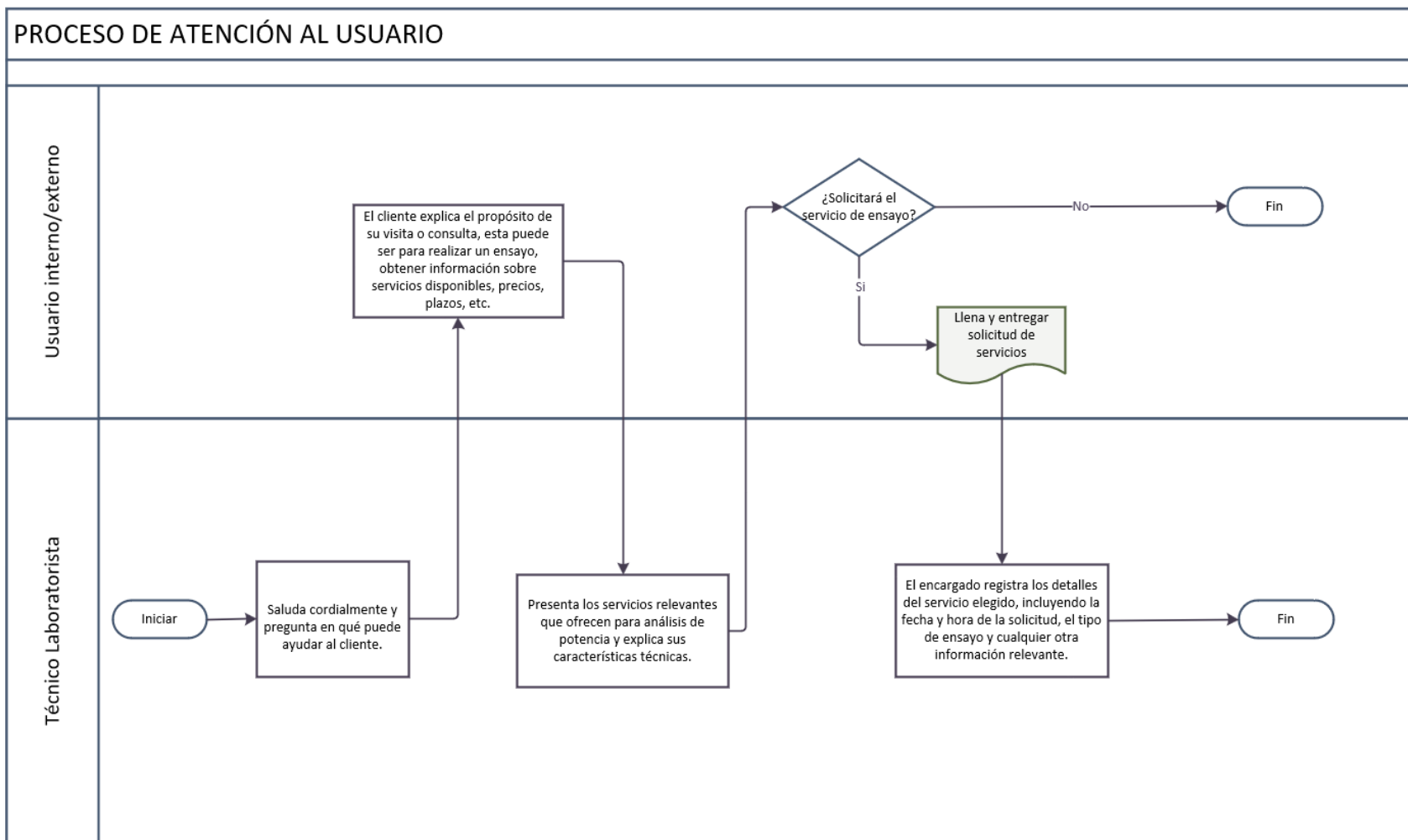
1.1.4 Descripción general de los procedimientos

Procedimiento 1: Procedimiento de compras

Todas las adquisiciones de insumos, materias primas, maquinaria y equipo se llevarán a cabo por medio de la Unidad de Compras Públicas de la UES. El procedimiento de compra y contratación establecido por esta unidad para el laboratorio deberá ser seguido en su totalidad. Además, se creará un plan de compras anual que incluirá las necesidades del Laboratorio en el presupuesto anual de gastos de la UES. Para eventuales compras adicionales o situaciones imprevistas en el laboratorio, se podrá recurrir al fondo circulante. Los detalles y formularios para ambos casos se encuentran disponibles en los anexos adjuntos. **(Anexo: Formatos de solicitud de compras por fondo circulante).**

Los formatos necesarios para solicitar el plan de compras y las adquisiciones a través del fondo circulante deben ser autorizados y solicitados por la Escuela de Ingeniería Industrial a la Unidad Financiera de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Los planes de compra anuales se presentarán ante la Junta Directiva para su revisión y aprobación.

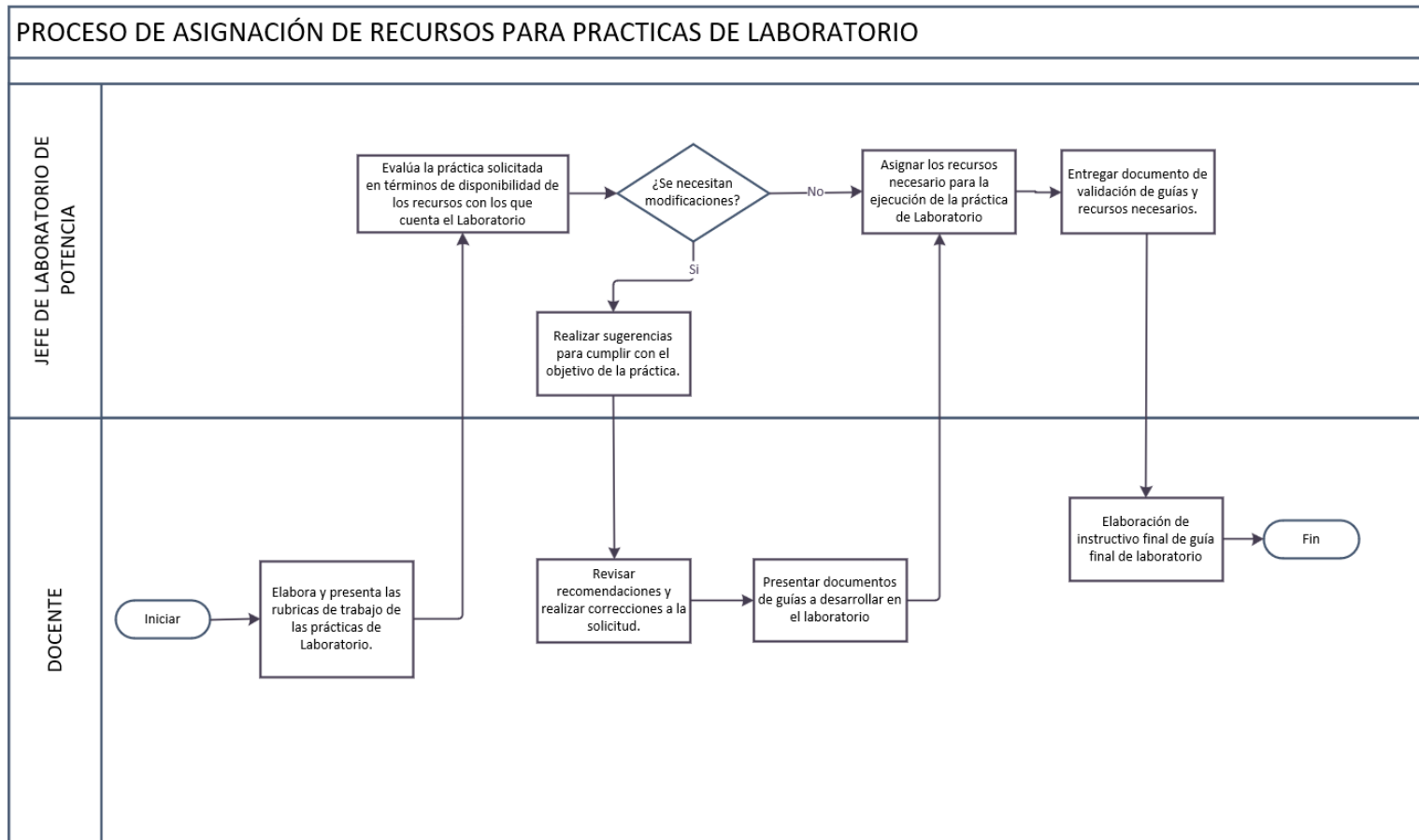
Procedimiento 2. Atención al usuario



Fuente: Elaboración Propia.

Procedimiento 3. Asignación de recursos para prácticas de Laboratorio.

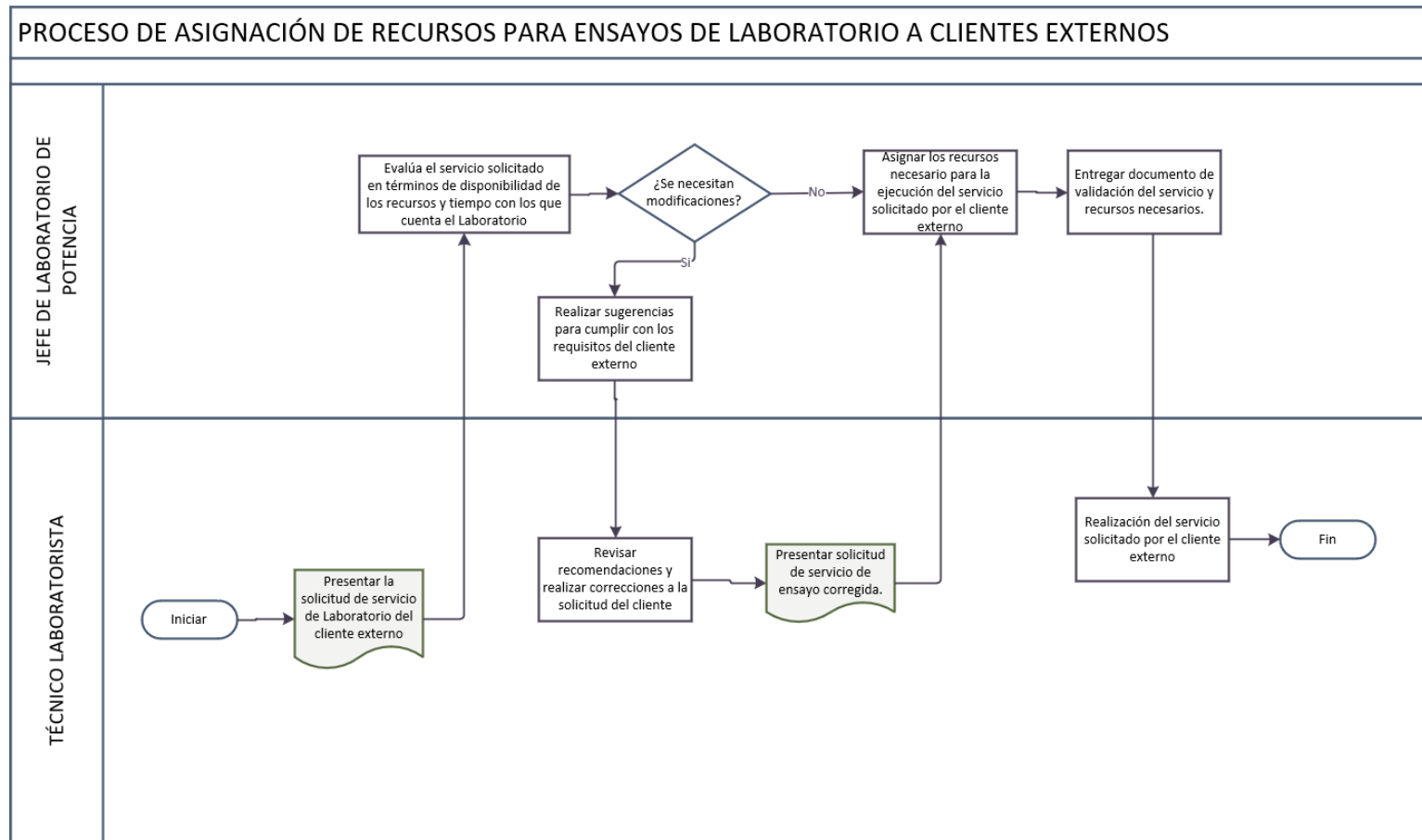
Descripción: Describe el procedimiento sistemático para asignar los recursos necesarios para desarrollar las prácticas de laboratorio, evaluando cada una de las prácticas en cuanto al consumo de recursos necesarios para realizar con éxito cada práctica; específicamente realizando un análisis de capacidad versus requerimientos.



Fuente: Elaboración Propia.

Procedimiento 4. Asignación de recursos para ensayos de Laboratorio a clientes externos.

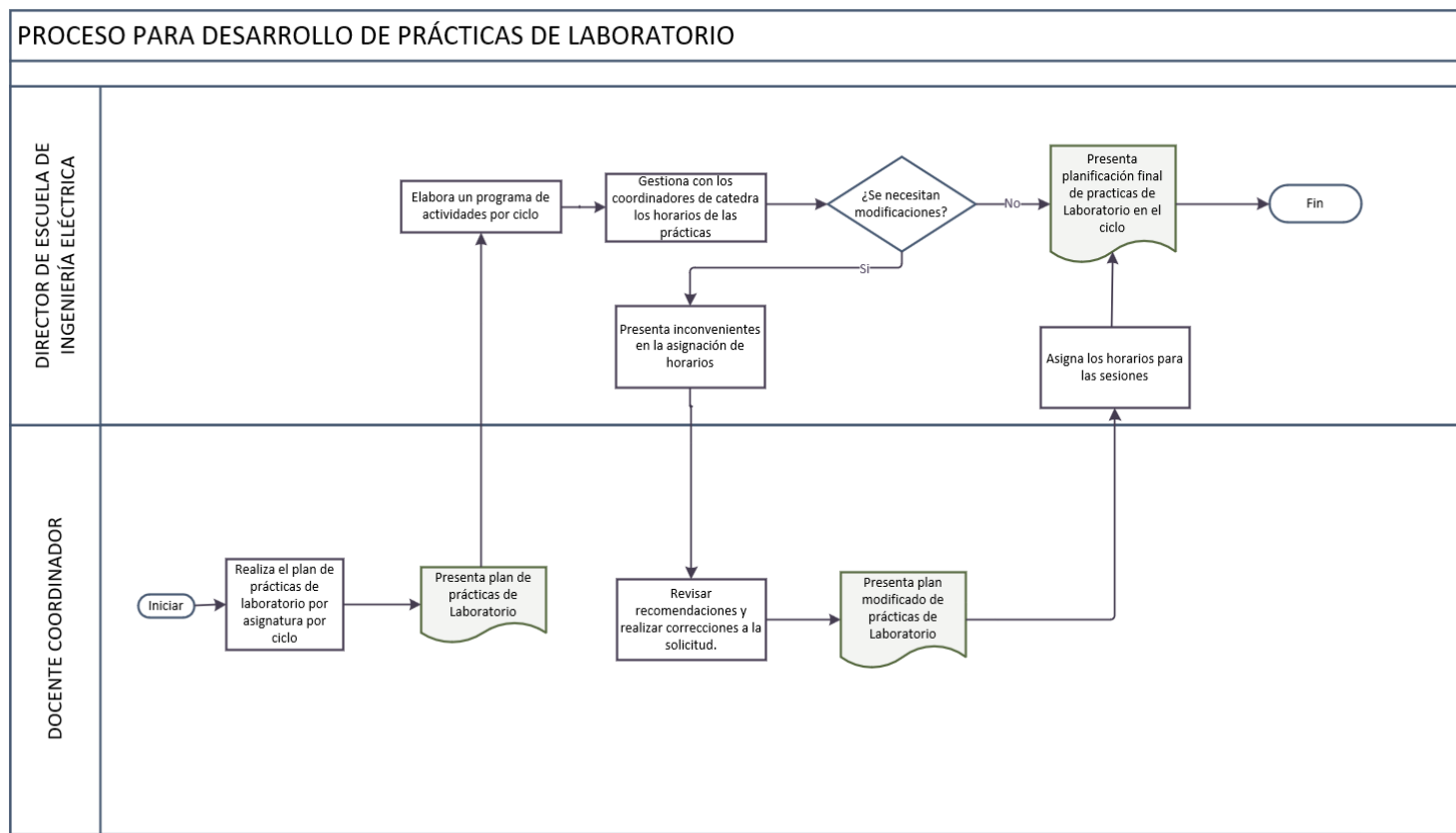
Descripción: Describe el procedimiento sistemático para asignar los recursos necesarios para desarrollar los servicios a clientes externos, evaluando cada uno de los ensayos en cuanto al consumo de recursos necesarios para realizar con éxito cada servicio; específicamente realizando un análisis de capacidad versus requerimientos.



Fuente: Elaboración Propia.

Procedimiento 5: Desarrollo de Sesiones de Laboratorio.

Una vez validado la práctica y asignado los recursos para el desarrollo de las practicas se procede a planificar la mecánica del desarrollo de las sesiones de laboratorio, con 1 semana de anticipación a la práctica a desarrollar el docente deberá presentar la solicitud de ingreso de servicio para la asignación de horarios y evitar contratiempos para ejecución de las mismas; sin embargo, la planeación de sesiones del laboratorio se realizará por ciclo para el usuario docente.



Fuente: *Elaboración Propia.*

Procedimiento 6: Adquisición de servicios del Laboratorio de Potencia de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

Para la contratación de servicios por parte de clientes con el fin de contratación de los servicios ofertados por el Laboratorio de Potencia.

Cuando el cliente ya tiene establecido que servicios desea que se le realicen se procede a llenar la solicitud o formulario de contratación de servicios por parte del Laboratorio de Potencia.

1. Cliente solicita información sobre los servicios
2. Secretaria del Laboratorio ofrece la documentación referente a los servicios.
3. Cliente procede a verificar y evaluar los servicios que solicitara
4. El cliente solicita los formularios a completar para la contratación de servicios.
5. La secretaria entrega los formularios a completar
6. La secretaria del Laboratorio incorpora al registro la información del formulario del cliente.

El proceso continúa por generar un mandamiento de pago, este caso lo inicia el cliente, con el fin de obtener el mandamiento de pago de los servicios solicitados.

1. Cliente inicia el caso de uso de uso generar mandamiento de pago
2. El cliente solicita mandamiento de pago para cancelar los servicios solicitados
3. La secretaria solicita la información del cliente para verificar en el registro
4. La secretaria del Laboratorio verifica el registro los servicios a cobrar
5. El registro muestra los servicios a cancelar
6. La secretaria del laboratorio elabora el mandamiento de pago de acuerdo a los servicios a cancelar
7. La secretaria incorpora al registro la información actualizada del estado de pago
8. La secretaria del Laboratorio entrega el mandamiento de pago al cliente

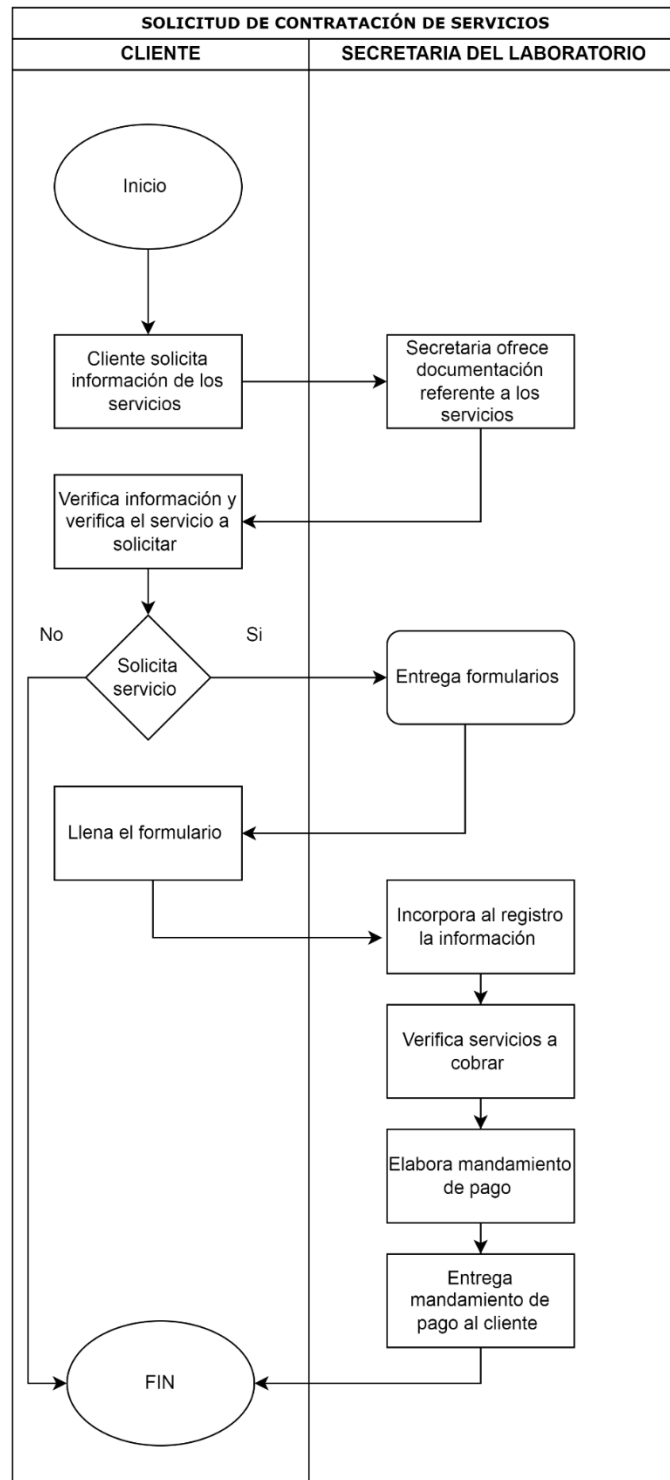
Para el caso de pago de servicios se debe seguir el siguiente proceso

1. Cliente inicia el proceso de pago de servicios
2. El cliente entrega mandamiento de pago a colecturía de área de servicios internos de FIA
3. Área de servicios internos de FIA verifica mandamiento de pago
4. Área de servicios internos FIA realiza cobro de acuerdo al mandamiento de pago, lo sella y devuelve al cliente
5. El cliente entrega a secretaria del Laboratorio de Potencia el mandamiento de pago cancelado
6. La secretaria verifica el mandamiento de pago
7. La secretaria del Laboratorio incorpora la información actualizada al registro
8. El cliente finaliza el pago de servicios del Laboratorio.

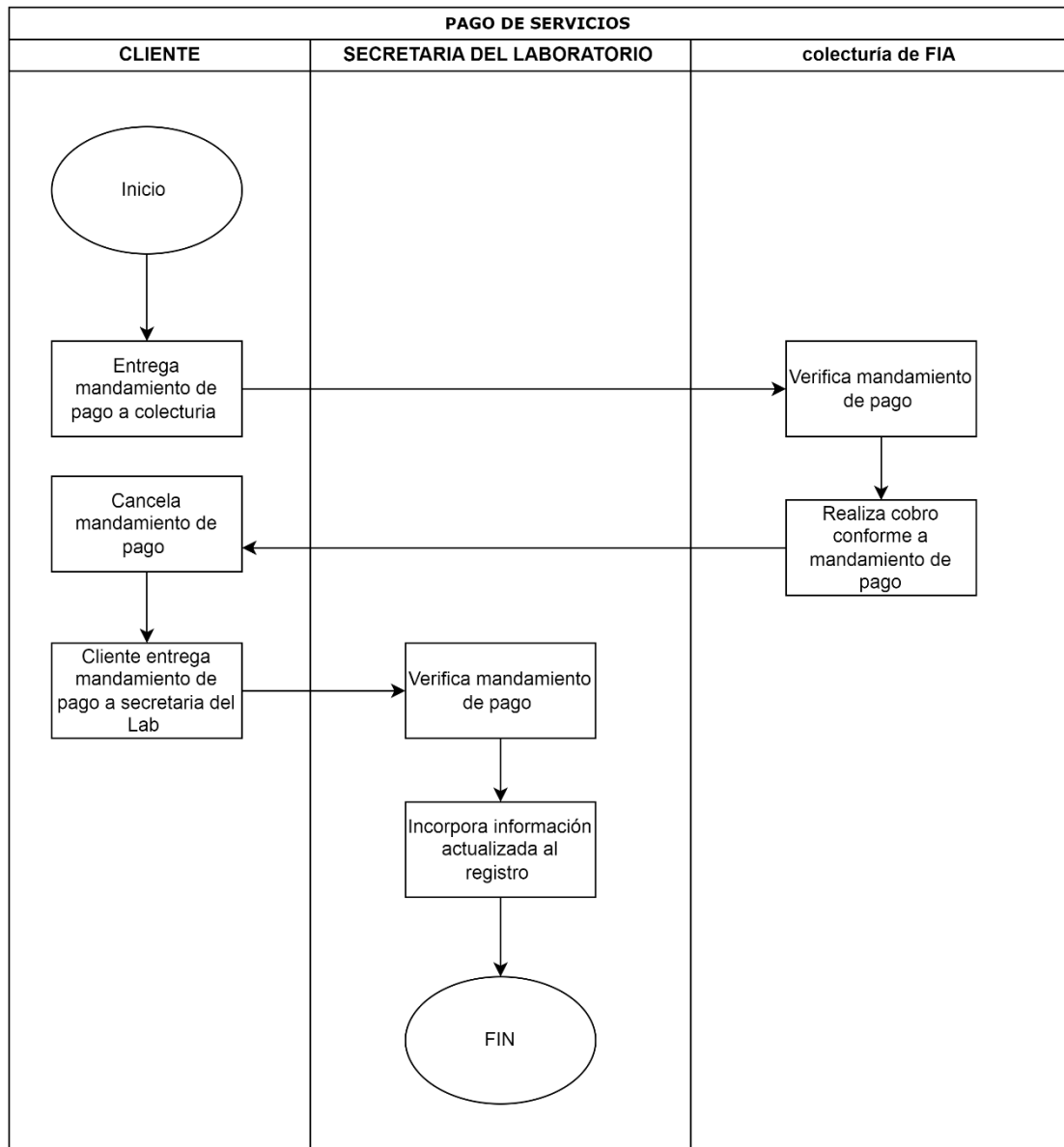
Curso alternativo del pago de servicios:

- El mandamiento de pago contiene información no integral
- Área de servicios internos de la FIA no puede realizar cobro de mandamiento de pago
- Área de servicio internos FIA realiza los pasos 3 y 4

- Área de servicios internos FIA deja en estado pendiente los pasos 3 y 4



Fuente: Elaboración Propia.



Fuente: Elaboración Propia.

1.2 Entorno Legal del Proyecto

En El Salvador, la Universidad de El Salvador se distingue como la única entidad pública de educación superior. Su existencia está arraigada en la Constitución de la República de El Salvador y su funcionamiento se rige por la Ley de Educación Superior y la Ley Orgánica de la Universidad de El Salvador.

En esta sección se proporciona la regulación pertinente que deberá ser seguida por el Laboratorio de Potencia, a fin de obtener la aprobación necesaria para reactivar sus operaciones según su diseño original. Esto se busca para garantizar la transparencia y la legalidad en todas sus operaciones. Dado que es una entidad vinculada a la Universidad de El Salvador, estará sujeta a las disposiciones legales que rigen a la universidad.

Las adquisiciones y acuerdos necesarios para la implementación del Laboratorio de Potencia se llevan a cabo a través del Sistema Nacional de Compras Públicas (SINAC). Es importante destacar los siguientes aspectos establecidos en la Ley de Compras Públicas con relación a este proceso.

1.2.1 Ley de Educación Superior

Dependencias y centros regionales.

Art. 20.- Las instituciones de educación superior deberán crear las dependencias, escuelas y centros de investigación y proyección social necesaria para la realización de sus fines.
AUTONOMÍA DE LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR.

Art. 22.- La Universidad de El Salvador y las demás del Estado gozan de autonomía en lo docente, lo económico y lo administrativo.

DISPOSICIONES TRANSITORIAS, DEROGATORIA Y VIGENCIA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Art. 60.- La Universidad de El Salvador, se registrará por su Ley Orgánica y demás disposiciones internas, en todo lo que no contraríe la presente Ley, debiendo presentar por intermedio del Ministerio de Educación en el plazo máximo de dos años contados a partir de la vigencia de esta ley el proyecto de sus nuevos instrumentos legales.

1.2.2 Ley Orgánica de La Universidad de El Salvador

Disposiciones preliminares.

Art. 2 La Universidad de El Salvador, que en el curso de esta Ley se denominará “la Universidad” o la “UES”, es una corporación de derecho público, creada para prestar servicios de educación superior, cuya existencia es reconocida por el artículo 61 de la Constitución de la República, con personalidad jurídica, patrimonio propio y con domicilio principal en la ciudad de San Salvador.

Calidad académica y científica

Art. 11. - El Rector, el Vicerrector Académico, los Decanos y Vicedecanos y el Personal Docente de la Universidad, estarán especialmente obligados a velar por la constante superación, académica y científica, de la educación universitaria.

Consejo Superior Universitario

Art. 22. - Dentro de sus funciones administrativa, docente, técnica y disciplinaria, el Consejo Superior Universitario tendrá las siguientes atribuciones y deberes:

f) Previo estudio de factibilidad, aprobar los acuerdos para establecer, suprimir, fusionar, coordinar y agrupar Facultades, Escuelas, Departamentos, Institutos u otras unidades, de acuerdo a las necesidades de la enseñanza, la investigación científica, la conservación de la cultura y del medio ambiente; y someterlos a la ratificación de la Asamblea General.

Asamblea General Universitaria

Art. 19. - La Asamblea General Universitaria tendrá las siguientes atribuciones y deberes: Ratificar o no, a propuesta del Consejo Superior Universitario y previo estudio de factibilidad, los acuerdos para establecer, suprimir, fusionar, coordinar o agrupar facultades, Escuelas, Departamentos, Institutos u otras unidades; conforme a las necesidades de la enseñanza, de la investigación científica o de la conservación y promoción de la cultura y del medio ambiente;”

1.2.3 Ley de Compras Públicas

En El Salvador, las leyes que se aplicaban a las compras realizadas por la Universidad de El Salvador (UES) incluía la Ley de Adquisiciones y Contrataciones de la Administración Pública (LACAP) y sus respectivos reglamentos.

Por medio del Decreto Legislativo N° 652, de fecha 9 de febrero de 2023, publicado en el Diario Oficial Tomo N° 438 de fecha 2 de marzo 2023 se aprobó la Ley de Compras Públicas (“LCP”) que deroga la Ley de Adquisiciones y Contrataciones de la Administración Pública.

La Ley de Compras Públicas LCP tiene por objeto establecer las normas que regularán el ciclo de la compra pública, utilizando tecnologías de la información y comunicación, se regirán por principios y valores, tales como: transparencia, no discriminación, publicidad, libre competencia, igualdad, ética, imparcialidad, probidad, racionalidad del gasto público, equilibrio económico, sostenibilidad en las compras públicas, entre otros. Las disposiciones de la LCP tienen carácter de especial, y prevalecerán sobre cualquier Ley de carácter general o especial.

A continuación, se detallan ciertos aspectos relevantes sobre la LCP:

□ El Sistema Nacional de Compras Públicas (“SINAC”), llevará a cabo la administración de las compras públicas, compuesto por: la Dirección Nacional de Compras Públicas (“DINAC”), Unidades de Compras Públicas, unidades solicitantes y financieras, proveedores, oferentes, contratistas y COMPRASAL.

□ El Sistema Electrónico de Compras Públicas de El Salvador (“COMPRASAL”), un sistema informático centralizado al que se accede a través de internet, administrado por la DINAC, de uso obligatorio para toda la administración pública, su finalidad es automatizar y gestionar las operaciones de contratación de obras, bienes y servicios.

Como métodos de contratación se establecen: (i) Para obras, bienes y servicios de no consultoría: a) Licitación Competitiva; b) Comparación de precios; c) Contratación Directa; y d) Baja cuantía; (ii) Para la contratación de servicios de consultoría: a) Selección basada en calidad y costo; b) Selección basada en la calidad; c) Selección basada en precio fijo; d) Selección al menor costo; e) Selección basada en calificaciones de los consultores; f) Selección de fuente única; g) Consultores individuales; (iii) Excepto para obra pública, se podrán utilizar: a) Compras en línea; b) Catálogo electrónico derivado de convenio marco; c) Subasta Electrónica Inversa.

1.2.4 Reglamento de La Facultad de Ingeniería y Arquitectura (FIA).

Según el reglamento general de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura (FIA), título IV “DE LAS UNIDADES DOCENTES Y ADMINISTRATIVAS DE LA FACULTAD, capítulo 1º DE LAS ESCUELAS, DEPARTAMENTOS, LABORATORIOS E INSTITUTOS DE LA FACULTAD menciona lo siguiente:

Sección 3a. DE LOS LABORATORIOS

De la naturaleza y finalidad de los laboratorios:

Art.56- Los laboratorios son unidades experimentales al servicio de la Facultad, en particular y de la Universidad en general. Además, los laboratorios tendrán los siguientes fines:

- 1- Propiciar la investigación científica y técnica en los - campos de la Ingeniería, la Arquitectura, la Ciencia y Tecnología de Alimentos, la Física y la matemática.
- 2- Promover en el estudiante la adquisición de conocimientos experimentales a través de las prácticas de laboratorios;
- 3- Ofrecer facilidades de asistencia técnica y de investigación a las personas naturales y Jurídicas, en la medida de sus posibilidades y en las condiciones contractuales que establezca la Universidad.

Art.57--En la Facultad de Ingeniería y Arquitectura funcionarán los siguientes laboratorios i Laboratorios adscritos a Departamentos de una misma Escuela

- 1- Laboratorio de Electrónica, adscrito al Departamento de Electrónica;
- 2- Laboratorio de metrología Eléctrica, adscrito al Departamento de Electrónicas.
- 3- Laboratorio de Control Automático, adscrito al Departamento de Electrónica.
- 4- Laboratorio de Comunicaciones Eléctricas, adscrito al Departamento de Electrónica;
- 5- Laboratorio de máquinas Eléctricas, adscrito al Departamento de Electricidad;
- 6- Laboratorio de Alta Tensión y Dieléctricos, adscrito al Departamento de Electricidad.

Con el desarrollo de la Facultad, ésta podrá crear otros laboratorios cuando lo estime necesario.

b) De los servicios de los Laboratorios:

Art.58- Los servicios de los laboratorios serán de tres clases, con las siguientes prioridades*

- 1- Docentes
- 2- De investigación
- 3- De asistencia técnica

Art.59- Los servicios docentes de los laboratorios promoverán en el - estudiante la adquisición de conocimientos experimentales mediante las prácticas correspondientes. Al inicio de cada ciclo, los profesores enviarán al jefe del laboratorio el detalle de las prácticas que serán realizadas. Para cada ciclo lectivo el jefe de Laboratorio programará, de acuerdo con su superior jerárquico inmediato, las prácticas que sean necesarias.

Art. 60- El jefe de Laboratorio programará, de acuerdo con su superior jerárquico inmediato, con el personal de investigación, las - actividades correspondientes para el uso del laboratorio. En dichas actividades podrán participar también investigadores - que no forman parte del personal de investigación de la Facultad, previa autorización de la Junta Directiva.

Art. 61 Los servicios de asistencia técnica serán clasificados a) servicios ordinarios b) Servicios especiales en: Los servicios ordinarios deberán ser autorizados por el Decano, el director de Escuela o el jefe de Departamento, según el caso y se prestarán en base a la reglamentación interna establecida para cada laboratorio, respetando las prioridades señaladas. La prestación de servicios especiales requerirá en cada caso la aprobación da la Junta Directiva.

Art.62- Cada laboratorio tendrá su reglamentación interna aprobada por la Junta Directiva> con base en iineamiento3 generales dictados por ella. El proyecto da dicha reglamentación será elaborado por el jefe de Laboratorio, con la colaboración - que estime necesaria y la respectiva aprobación del superior jerárquico inmediato, quien presentará dicho proyecto a la Junta directiva de la Facultad.

Art.63- Los servicios de asistencia técnica de los laboratorios serán aquellos encaminados a la solución de problemas que las personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, presenten a la Facultad. Estos servicios serán remunerados (en efectivo, en especies o cualquier otra forma de pago), según lo establezcan las disposiciones legales de la Universidad y la reglamentación interna del laboratorio correspondiente.

El jefe de Laboratorio da acuerdo con el superior jerárquico inmediato, programará con los técnicos respectivos las actividades qua sean necesarias para dicho fin.

b) De las obligaciones de los usuarios:

Art.64- El usuario será responsable de los materiales y el equipo - que el laboratorio le facilite. En caso de deterioro o pérdida de materiales y equipo, el usuario deberá reportar dicha pérdida inmediatamente al jefe de laboratorio. La Junta Directiva dictará los lineamientos necesarios para la reposición de materiales y de equipo deteriorado o perdido.

Art.65- Los usuarios estarán obligados a comportarse correctamente - dentro del laboratorio. La indisciplina y el desorden serán motivos suficientes para que un usuario pierda el derecho a usar el laboratorio. En casos da gravedad en la mala conducta de un usuario en el laboratorio, el jefe de Laboratorio reportará el caso al superior jerárquico inmediato.

Art. 66- La solvencia del laboratorio será un requisito obligatorio para efectos de inscripción global de asignaturas, Trabajo de Graduación y obtener la calidad de egresado en la Facultad.

1.2.5 La nueva política Energética El Salvador. 2010-2024.

La nueva Política Energética, se presenta como un componente esencial dentro de la visión estratégica de cambio y política socioeconómica con equidad y desarrollo auténtico que impulsa el nuevo gobierno.

En ella se encuentran los lineamientos claves para su formulación y concepción general, para la definición de sus objetivos y principios, y para la articulación de un marco de implementación de acciones y proyectos fundamentales a corto, mediano y largo plazo.

En ese sentido, la nueva Política Energética desempeña un rol de especial significado dentro de las políticas de desarrollo, debido a la gran importancia de la energía como elemento determinante de la calidad de vida de la población, como factor imprescindible de todo el aparato productivo, y como destino de una considerable magnitud de inversiones para su generación y abastecimiento.

Un aspecto de esta nueva política es el énfasis en un desarrollo energético sustentable, democrático y participativo, que abra paso a una nueva relación e interacción con la sociedad y el medio ambiente, potenciando las condiciones para la protección y preservación de nuestros recursos naturales, principalmente en aquellas actividades vinculadas a su aprovechamiento, a la producción, al transporte y a la utilización de estos.

Líneas Estratégicas de la Política Energética

Las líneas estratégicas de la Política Energética Nacional dan solución a los desafíos previamente planteados y consideran un proceso de consulta a los principales actores del sector energético. Los lineamientos se han integrado en seis grandes grupos con una fuerte interrelación entre sí son los siguientes:

- Diversificación de la matriz energética y fomento a las fuentes renovables de energía.
- Fortalecimiento de la institucionalidad del sector energético y protección al usuario.
- Promoción de una cultura de eficiencia y ahorro energético. Ampliación de cobertura y tarifas sociales preferentes.

CAPITULO X: ESTABLECIMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE APOYO

1. ELEMENTOS DE APOYO

1.1 Reglamento del laboratorio de potencia

Laboratorio de potencia de la Escuela de Ingeniería Eléctrica	
REGLAMENTO INTERNO DEL LABORATORIO DE POTENCIA	

REGLAMENTO INTERNO DEL LABORATORIO DE POTENCIA

Fecha de elaboración: Julio 2023	Revisado por:	Aprobado por:

Laboratorio de potencia de la Escuela de Ingeniería Eléctrica		
REGLAMENTO INTERNO DEL LABORATORIO DE POTENCIA		
INDICE		Pág. 1
Objetivo.....2 Acceso y horarios.....3 Seguridad.....3 Uso de equipos y materiales 4 Comportamiento y conducta.....4 Responsabilidad e indemnidad.....5 Sanciones.....5 Atención al cliente.....5		
Fecha de elaboración: Julio 2023	Revisado por:	Aprobado por:

Laboratorio de potencia de la Escuela de Ingeniería Eléctrica	
REGLAMENTO INTERNO DEL LABORATORIO DE POTENCIA	
OBJETIVO	Pág. 2

Objetivo del Laboratorio de Potencia

El Laboratorio de Potencia tiene como objetivo principal proporcionar un espacio seguro y adecuado para realizar investigaciones, ensayos y prácticas profesionales con la potencia eléctrica.

El presente reglamento tiene como propósito establecer las normas y procedimientos para garantizar un ambiente de trabajo seguro, eficiente y respetuoso para todos los usuarios.

Fecha de elaboración: Julio 2023	Revisado por:	Aprobado por:

Laboratorio de potencia de la Escuela de Ingeniería Eléctrica		
REGLAMENTO INTERNO DEL LABORATORIO DE POTENCIA		
CONTENIDO	Pág. 3	
Acceso y horario 2.1 El acceso al Laboratorio está restringido a personal autorizado, incluyendo estudiantes, profesores e investigadores que hayan recibido la debida capacitación y hayan sido autorizados por el responsable del Laboratorio. 2.2 El Laboratorio funcionará en el horario de 8 am a 5 pm de lunes a viernes según el horario establecido por la escuela de ingeniería eléctrica. Los usuarios deben respetar y cumplir con dicho horario, evitando el ingreso al Laboratorio fuera de los períodos asignados sin autorización previa. Seguridad 3.1 Todos los usuarios deben cumplir con las normas de seguridad establecidas para el uso del Laboratorio. Estas incluyen el uso obligatorio de equipo de protección personal, como gafas de seguridad, guantes y batas de Laboratorio. 3.2 Los usuarios deben estar familiarizados con las ubicaciones y el manejo de los equipos de seguridad y extinción de incendios, así como seguir las instrucciones correspondientes en caso de emergencia. 3.3 Está terminantemente prohibido el consumo de alimentos, bebidas o fumar dentro del Laboratorio. 3.4 Los usuarios deben mantener un ambiente de trabajo ordenado y limpio. Al finalizar cada sesión, se debe dejar el área de trabajo limpia y organizada, eliminando cualquier residuo o desecho de manera adecuada.		
Fecha de elaboración : Julio 2023	Revisado por:	Aprobado por:

Laboratorio de potencia de la Escuela de Ingeniería Eléctrica	
REGLAMENTO INTERNO DEL LABORATORIO DE POTENCIA	
CONTENIDO	Pág. 4

Uso de equipos y materiales

4.1 El uso de equipos y materiales está permitido exclusivamente para actividades relacionadas con la potencia eléctrica y ensayos autorizados.

4.2 Antes de utilizar cualquier equipo, los usuarios deben asegurarse de estar familiarizados con su funcionamiento correcto y seguir las instrucciones de uso proporcionadas por el personal del Laboratorio.

4.3 Está prohibido modificar o alterar los equipos sin autorización previa del responsable del Laboratorio.

4.4 Si se produce algún daño o mal funcionamiento en los equipos o materiales, los usuarios deben informar inmediatamente al personal responsable del Laboratorio.

Comportamiento y conducta

5.1 Se espera que todos los usuarios del Laboratorio mantengan un comportamiento responsable, ético y respetuoso hacia los demás usuarios y el personal del Laboratorio.

5.2 Está prohibido el uso del Laboratorio para cualquier actividad no relacionada con los propósitos académicos, de investigación autorizados o servicios de ensayos a externos.

5.3 Los usuarios deben respetar y seguir las instrucciones proporcionadas por el personal del Laboratorio en todo momento.

5.4 Cualquier comportamiento o acción que ponga en peligro la seguridad de los demás usuarios o el funcionamiento del Laboratorio será motivo de sanción y posible expulsión del mismo.

Fecha de elaboración: Julio 2023	Revisado por:	Aprobado por:

Laboratorio de potencia de la Escuela de Ingeniería Eléctrica		Pág. 5
REGLAMENTO INTERNO DEL LABORATORIO DE POTENCIA		
Responsabilidad e indemnidad		
Los usuarios del Laboratorio son responsables de su propia seguridad y del correcto uso de los equipos y materiales. El Laboratorio no se hace responsable de cualquier daño o lesión que pueda ocurrir debido a un mal uso, negligencia o incumplimiento de las normas establecidas.		
Sanciones		
El incumplimiento de las normas y regulaciones establecidas en este reglamento puede resultar en sanciones, que pueden incluir la restricción suspensión del acceso al Laboratorio, según la gravedad y frecuencia de la infracción.		
Atención al cliente		
8.1 El personal del laboratorio se compromete a brindar una atención al cliente de calidad, cortés y profesional a todos los usuarios.		
8.2 Los usuarios tienen el derecho de recibir asistencia y orientación por parte del personal del laboratorio en relación con el uso de equipos, materiales y cualquier consulta relacionada con las actividades en el laboratorio.		
8.3 El personal del laboratorio responderá a las consultas y solicitudes de los usuarios de manera oportuna, dentro de los límites razonables y de acuerdo con las políticas y procedimientos establecidos.		
8.4 Los usuarios pueden proporcionar comentarios, sugerencias o quejas sobre la atención al cliente y el funcionamiento del laboratorio. Se anima a los usuarios a comunicar sus opiniones de manera constructiva y respetuosa.		
Este reglamento de uso del Laboratorio de potencia tiene como objetivo promover un entorno seguro, ordenado y productivo para todos los usuarios. Se espera que todos los usuarios cumplan con estas normas y regulaciones para garantizar un uso adecuado y responsable del Laboratorio.		
Fecha de elaboración: Julio 2023	Revisado por:	Aprobado por:

1.2 Procedimiento de compras de insumos y gestión de compras

Laboratorio de potencia de la Escuela de Ingeniería Eléctrica

PROCEDIMIENTO DE COMPRAS DE INSUMOS Y GESTIÓN DE COMPRAS

PROCEDIMIENTO DE COMPRAS DE INSUMOS Y GESTIÓN DE COMPRAS

Fecha elaboración:

J

ulio 2023

Revisado por:

Aprobado por:

Laboratorio de potencia de la Escuela de Ingeniería Eléctrica	
PROCESO DE COMPRAS DEL LABORATORIO DE POTENCIA	
INDICE	Pág. 1
INDICE Identificación de las necesidades.....2 Presupuesto.....2 Investigación de proveedores.....2 Solicitudes de cotización.....3 Proceso de compra.....3 Seguimiento y recepción de los productos.....3 Gestión de inventario.....3	
Fecha de elaboración: Julio 2023	Revisado por:
Aprobado por:	

Laboratorio de potencia de la Escuela de Ingeniería Eléctrica	
PROCESO DE COMPRAS DEL LABORATORIO DE POTENCIA	
	Pág. 2

Los laboratorios suelen requerir una variedad de insumos y equipos para llevar a cabo sus investigaciones y experimentos. El siguiente proceso está diseñado para hacer un proceso de compra eficiente y optimo.

Identificación de las necesidades

Comienza por identificar los insumos y equipos necesarios para el Laboratorio de potencia. Se debe realizar un inventario de los elementos existentes y determina qué se necesita adquirir. Consulta a los investigadores y profesores para obtener una lista precisa de los requisitos.

Presupuesto

Establecer un presupuesto para las compras. Determina los fondos disponibles y asegurarse de asignarlos adecuadamente para cubrir las necesidades de los laboratorios. Es importante tener en cuenta los costos recurrentes, como el mantenimiento y los consumibles.

Investigación de proveedores

Se debe investigar y evaluar a los proveedores potenciales de los insumos y equipos necesarios. Buscar empresas confiables, con buena reputación y experiencia en el suministro de productos para Laboratorios. Comparar precios, condiciones de entrega y la calidad de los productos.

Fecha de elaboración:	Revisado por:	Aprobado por:

Laboratorio de potencia de la Escuela de Ingeniería Eléctrica		
PROCESO DE COMPRAS DEL LABORATORIO DE POTENCIA		
Solicitudes de cotización		
Solicitar cotizaciones a los proveedores seleccionados. Proporcionar detalles precisos sobre los productos requeridos y solicitar información sobre precios, plazos de entrega y cualquier otra condición relevante. Se debe evaluar las cotizaciones recibidas y elegir la opción más adecuada en función de la relación calidad-precio.		
Proceso de compra		
Una vez que se haya seleccionado un proveedor, inicia el proceso de compra. El personal del Laboratorio se debe asegurar de seguir los procedimientos internos establecidos por la universidad para la adquisición de bienes. Esto puede incluir la presentación de órdenes de compra, aprobaciones y documentación adecuada.		
Seguimiento y recepción de los productos		
Realizar un seguimiento de las compras realizadas y mantener una comunicación constante con el proveedor para asegurarse de que los productos se entreguen según lo acordado. Al recibir los productos, verificar su calidad y cantidad para asegurarte de que cumplan con los requisitos establecidos previamente.		
Gestión de inventario		
Mantener un control exhaustivo y actualizado de los insumos y equipos adquiridos. Esto permitirá realizar un seguimiento de las existencias, controlar las fechas de vencimiento (en el caso de los reactivos) y asegurarse de que siempre haya suficientes suministros disponibles.		
Fecha de elaboración: Julio 2023	Revisado por:	Aprobado por:

1.3 Reglamento de seguridad y salud ocupacional para el laboratorio de potencia

Objetivos del reglamento

El objetivo del manual de SSO (Salud y Seguridad Ocupacional) es establecer los procedimientos y todos los lineamientos de salud y seguridad ocupacional para el Laboratorio de Potencia de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la FIA, con el fin de prevenir accidentes, lesiones y enfermedades relacionadas con el trabajo, y promover un entorno laboral seguro y saludable.

Garantizar las condiciones adecuadas de seguridad industrial necesarias para el bienestar de los trabajadores, estudiantes, visitantes y otras personas dentro del ámbito del laboratorio tomando en cuenta los principios básicos de SSO.

Facilitar la identificación de riesgos existentes en el laboratorio para la evaluación, control y corrección de las situaciones potencialmente peligrosas.

Alcance del manual

El manual se aplica a todo el personal que trabaja en el laboratorio de potencia, esto incluye a los empleados como a los visitantes ya sean estudiantes o clientes como empresa privada.

Se espera que todos los empleados cumplan con las políticas y procedimientos establecidos en este Reglamento.

Responsabilidades

La responsabilidad de la implementación, así como de implementar políticas de seguridad y salud ocupacional es de las autoridades de la Escuela de Ingeniería Eléctrica.

El Director de la Escuela es responsable de garantizar que se cumplan las políticas y procedimientos establecidos en el Reglamento.

Principios generales de seguridad y salud en el laboratorio

- El diseño del laboratorio, (la distribución, instalaciones, y procedimientos para realizar las pruebas) debe ser el idóneo para el mantenimiento de un buen nivel preventivo.
- El laboratorio de potencia, incluidas todas las zonas de paso, equipos e instalaciones deben estar en perfecto estado de orden y limpieza, estableciendo para ello un mantenimiento periódico de las mismas.
- Todos los desperdicios y residuos de sustancias tóxicas se eliminarán con rapidez.
- Está prohibido realizar trabajos diferentes a los autorizados por los responsables directos, así como utilizar equipo e instalaciones sin conocer previamente su funcionamiento.
- El buen estado de los equipos y materiales deben verificarse previo a su funcionamiento.

Políticas de SSO

La Facultad está comprometida a brindar un ambiente de trabajo seguro, mantenerlo y mejorarlo continuamente convirtiendo la prevención, seguridad y salud ocupacional en un

estilo de gestión apegado al ordenamiento jurídico vigente en materia de seguridad y salud ocupacional, orientados a proporcionar tanto a los clientes internos como externos.

Compromiso la Universidad de El Salvador

- Deberá proporcionar un entorno seguro de trabajo y un entorno saludable en el Laboratorio de Potencia de la Escuela de Ingeniería Eléctrica.
- Se deberán asignar recursos adecuados para la implementación y mantenimiento de las medidas de seguridad y salud ocupacional
- Se deberá cumplir con todas las regulaciones y normativas aplicables en materia de seguridad y salud ocupacional.
- La Universidad de El Salvador se debe comprometer a proporcionar un entorno de trabajo seguro y saludable en el Laboratorio de Potencia de la Escuela de Ingeniería Eléctrica.

Responsabilidad del personal

- Todos los empleados, así como todos los estudiantes deben cumplir con las políticas y procedimientos de seguridad y salud ocupacional establecidos.
- ES responsabilidad de cada individuo informar de inmediato cualquier situación o condición de riesgo que se puedan identificar en las instalaciones del Laboratorio de Potencia.
- Todos los empleados y los estudiantes tienen la responsabilidad de participar activamente en la promoción de un entorno laboral seguro y saludable.

Normas Generales de Seguridad

Es de responsabilidad de los trabajadores, estudiantes y visitantes:

- Orden y limpieza de los equipos y las áreas de trabajo cuando se realizan ensayos y pruebas.
- Conocer los procedimientos de mantenimiento de los equipos de protección individual, máquinas y equipos utilizados en el Laboratorio de Potencia.
- Conocer los riesgos y tomar las precauciones pertinentes de seguridad.
- Utilizar adecuadamente los equipos de protección personal conforme lo establecido en el laboratorio.

De las instalaciones del laboratorio

- Se dispondrá de señalización para las salidas de emergencia, protección contra incendios, iluminación de emergencia y otros dispositivos que permitan una pronta evacuación en caso de emergencia.
- El personal que visite el laboratorio deberá recibir una inducción sobre la señalización, rutas de evacuación, salidas de emergencia y los equipos de protección con los que cuenta el laboratorio.
- Se contará con sistemas de iluminación natural y artificial que ayuden a mantener los factores higiénicos de la institución.

Evaluación de riesgos

Identificación

- Se realizará una evaluación inicial de riesgos en el laboratorio de potencia para identificar y evaluar los posibles peligros y riesgos laborales.
- Se llevará a cabo una inspección regular del laboratorio para poder identificar condiciones inseguras o practicas inadecuadas.

Evaluación

Las evaluaciones de riesgos deben ser efectuadas por las personas que conozcan las características donde se va a trabajar, el equipo que se va a utilizar, los procedimientos empleados, así como el equipo y los medios de contención disponibles.

El encargado del laboratorio es el encargado que se realicen oportunamente las evaluaciones de riesgos y colaborar con el área de SSO de la Universidad de El Salvador con el fin de que se disponga el equipo y los medios necesarios.

- Se evaluará la magnitud y probabilidad de los riesgos identificados
- Se asignará una prioridad a los riesgos y se establecerán medidas de control adecuadas.

Control

- Se implementarán medidas de control para reducir o eliminar los riesgos identificados
- Se promoverá el uso adecuado de equipos de protección personal
- Se establecerán procedimientos seguros para la manipulación de equipos y materiales.
- Se establecerán controles para prevenir incendios y el buen uso de todos los materiales

Uso de Equipos de Protección Personal

- El laboratorio proporciona y garantiza el uso de los equipos de protección personal (EPP) a (trabajadores, estudiantes y visitantes) de acuerdo con las actividades a realizar, con el fin de proteger a los trabajadores contra lesiones y/o enfermedades ocupacionales.
- Se exigirá el uso adecuado de equipos de protección personal, como cascos, gafas de seguridad, guantes y calzado de seguridad.
- Se instruirá al personal que labora en el laboratorio de potencia y a los estudiantes sobre la selección, uso, mantenimiento y almacenamiento de los quipos de protección personal.
- Cada área tiene el EPP que se debe utilizar en el mapa de riesgos del laboratorio de potencia, que se cumpla es de vital importancia para evitar accidentes.
- Cada prueba de laboratorio que se realice deberá especificar a través de su ficha técnica el EPP que será utilizado.
- Utilizar gabacha en todo momento al interior del laboratorio.

Protección visual

Se recomienda utilizar lentes de seguridad siempre y cuando exista la posibilidad de salpicadura en los ojos.

Ilustración 41 Elemento de protección visual necesario para los laboratoristas



Fuente: Imagen retomada de Google Imágenes.

Protección facial

Deben ser usados cuando existe salpicadura o existen partículas en el aire que pueden llegar a la cara, siempre deben ser utilizadas en conjunto con los lentes.

Ilustración 42 Careta protectora necesaria para laboratoristas



Fuente: Imagen retomada de Google Imágenes.

Mascarillas

Es de vital importancia la utilización de mascarillas cuando se manipulan sustancias químicas para poder realizar diferentes pruebas, de esta manera se protege la inhalación de sustancias nocivas.

Todo personal que realice pruebas con la utilización de sustancias químicas debe hacer uso de la mascarilla.

Ilustración 43 Mascarillas N95 protectoras para laboratoristas



Fuente: Imagen retomada de Google Imágenes.

Ropa protectora

La ropa protectora se recomienda utilizar siempre gabacha al interior del laboratorio.

Ilustración 44 Gabacha protectora para laboratoristas



Fuente: Imagen retomada de Google Imágenes.

Guantes

Hay diferentes tipos de guantes y cada uno cumple una función específica, por lo cual se debe usar un par de guantes protectores cuando se manipulan sustancias químicas o materiales peligrosos.

Ilustración 45 Guantes aislantes para laboratoristas



Fuente: Imagen retomada de Google Imágenes.

Zapatos

Las botas de seguridad deben ser utilizadas en cualquier área del laboratorio, está completamente prohibido utilizar zapatos abiertos cuando se esté trabajando en el laboratorio ya que se manipularán sustancias y equipos que pueden ocasionar daños.

Ilustración 46 Botas protectoras para laboratoristas



Fuente: Imagen retomada de Google Imágenes.

Manipulación segura de equipos y materiales

- Se establecerán procedimientos seguros para la manipulación y almacenamiento de equipos y materiales en el Laboratorio de Potencia.
- Se capacitará al personal que labora en el laboratorio sobre el manejo de equipos y materiales.
- Siempre que se trabaje en el laboratorio de potencia se debe disponer de un adecuado equipo de protección personal (gafas de seguridad, guantes, cascos. Etc.). Así como como garantizar su perfecto estado de mantenimiento.
- Todo el personal debe conocer el uso de funcionamiento de extintores, aplicación de primeros auxilios del botiquín y los mecanismos para recibir ayudas exteriores.
- El laboratorio de potencia deberá disponer de una bodega preferiblemente externa para resguardar todos los equipos que se someterán a pruebas en este recinto.
- El área de bodega se deberá colocar señales que indique la altura máxima y las prohibiciones.
- Todos los productos que se someterán a pruebas deben estar perfectamente identificados, etiquetados y registrados.
- No hacer uso de multiconectores o extensiones eléctricas.
- Se debe tener en el laboratorio un cuadro general de cada equipo que contenga todos sus componentes y características.
- Los equipos para realizar las diferentes pruebas deben estar siempre utilizados según como lo indica el fabricante y someterse a un mantenimiento preventivo.
- El equipo no debe ser manipulado si no está el laboratorista o la persona capacitado.
- El equipo que presente fallas en el funcionamiento debe ser notificado de manera inmediata al jefe del laboratorio y este deberá notificarlo al personal de mantenimiento.
- Se deberá inspeccionar todo el material, equipo y sustancias utilizadas para la realización de pruebas a través de una check list, esta deberá incluir la verificación del EPP, botiquines, extintores etc.

Prohibiciones

Esta determinadamente prohibido:

- Fumar o encender fuego en el interior del laboratorio de potencia.
- Ingresar al laboratorio sin previa autorización de las autoridades correspondientes

- Comer o ingerir bebidas dentro de las instalaciones del laboratorio
- Destruir o remover las señales correspondientes a SSO.
- Realizar ensayos sin los debidos equipos de protección personal.

Actuación en caso de emergencia

Cualquier emergencia debe ser informada de manera inmediata por las personas que se encuentren más próximas al lugar siniestrado o a la persona accidentada, utilizando el recurso del teléfono, o en forma verbal a un catedrático, asesor, supervisor, etc.

El informe deberá contener

- Nombre de persona quien informa la emergencia
- Tipo de siniestro o emergencia
- Indicar el lugar del accidente o emergencia
- Magnitud de la emergencia
- Número de personas lesionadas, omitiendo los nombres de los involucrados
- Gravedad de las lesiones
- Hora de lo ocurrido

Todo esto servirá para tomar las medidas respectivas.

Protocolo de actuación

Dependiendo de la gravedad del accidentado, se deberán tomar las siguientes medidas:

Lesiones

Leves: Son aquellos producidos como consecuencia de golpes, heridas cortantes sin hemorragia, resbalones, cuerpo extraño en los ojos, atriciones sin fractura y los que a juicio personal así lo ameriten.

En este caso se deberá prestar atención de primeros auxilios en el bienestar estudiantil, informando al encargado del laboratorio y el respectivamente al delegado de Higiene y Seguridad en la Facultad.

Luego trasladar al lesionado, si es necesario, al hospital y posteriormente deberá llenar el formato de reporte e investigación de accidentes

Lesiones de Mediana Gravedad: Son aquellas en que generalmente el o los lesionados se mantienen consciente y pueden ser trasladados sin peligro.

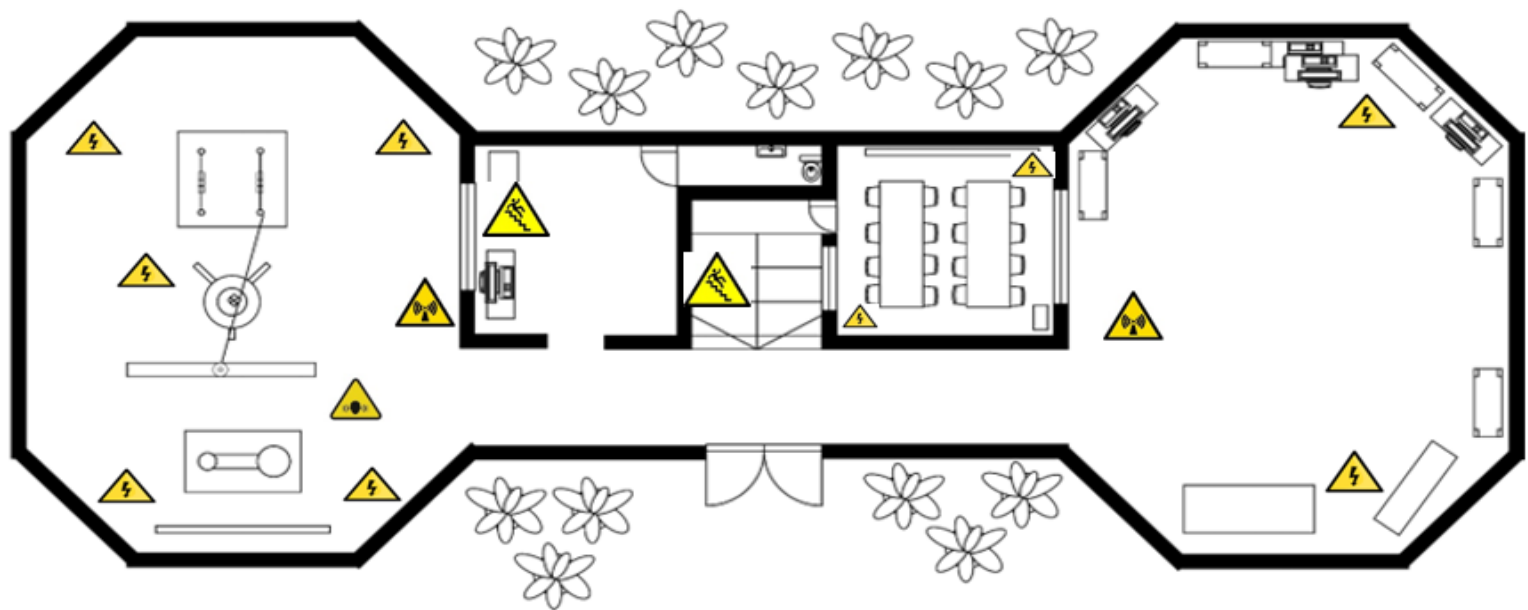
Por ejemplo: exposición a un químico, fracturas miembros superiores, heridas cortantes y/o punzantes, contusiones por golpes que no sean en la cabeza o columna vertebral, hemorragias leves. En este caso se procederá al traslado del lesionado a Bienestar Universitario de la Universidad de El Salvador, y dependiendo de la evaluación realizada se determinará si la lesión requiere el traslado a otro centro asistencial especializado. Además, se informará de inmediato al encargado del laboratorio y llenará el formato de accidentes respectivo.

Lesiones Graves o Fatales: Son aquellas en que generalmente los lesionados están inconscientes o semi-inconscientes, con pérdida de equilibrio, palidez intensa, piel fría, sudor frío, ojos desviados, respiración alterada, falta de respiración, paro cardíaco o fatal.

Ejemplos: Exposición a químicos con altas concentraciones extremadamente peligrosos, golpes en la cabeza, columna vertebral, hemorragias arteriales, fractura de los miembros fácilmente observables, choques eléctricos y quemaduras intensas.

Mapa de riesgos

Ilustración 47 Mapa de riesgos del Laboratorio de Potencia



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 126 Descripción de la simbología utilizada en el mapa de riesgos

	Riesgo Eléctrico		Radiaciones no ionizantes
	Riesgo de caída		Peligro ruido

Fuente: Elaboración propia.

Matriz de Riesgo

Tabla 127 Matriz de riesgos para el Laboratorio de Potencia

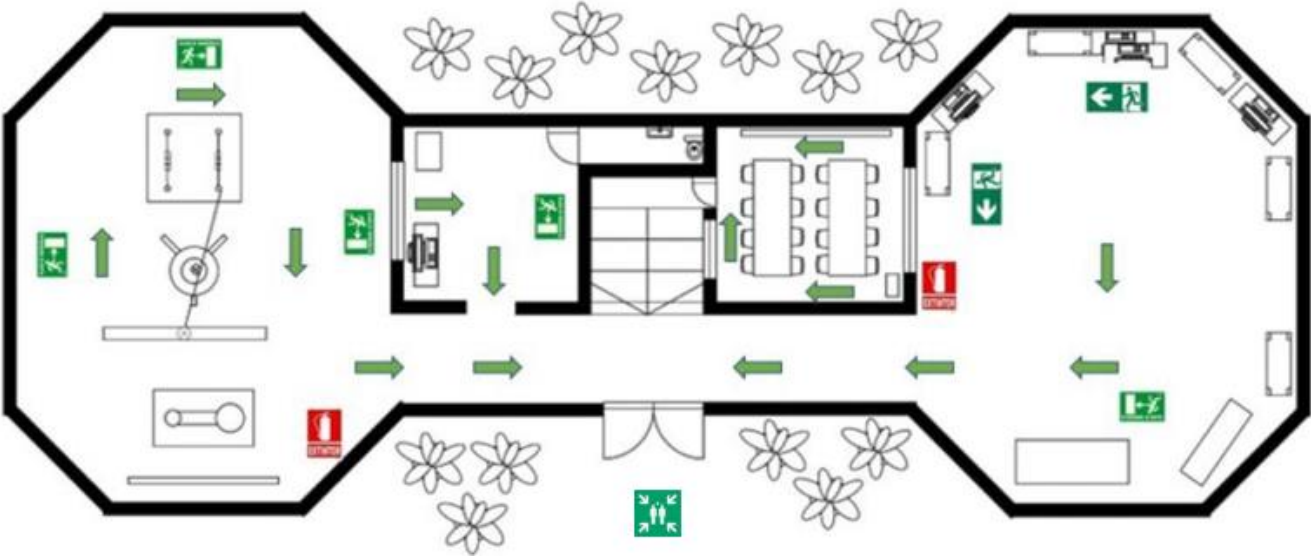
Evaluación de riesgos					
Área	Área específica	Tipo de riesgo	Condición	Clasificación	Descripción del riesgo
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA	Laboratorio de potencia eléctrica	Riesgo eléctrico	Instalaciones eléctricas en aparente buen estado	Moderado	Descargas eléctricas, daños en las máquinas y equipos, incluyendo a las personas que labora en el laboratorio.
			Cableado eléctrico debidamente aislado		
			Toma corrientes en buen estado		
		Incendios	Materiales que pueden propagar incendio	Moderado	Propagación del fuego, quemaduras, daños a la infraestructura y al equipo.
			Pruebas que desprenden chispas y calor		
			Mantenimiento en las instalaciones eléctricas.		
		Ventilación	Acumulación de materiales que no pertenecen al laboratorio.	Moderado	Problemas respiratorios, altas temperaturas, alergias.
			Poca ventilación		
			Acumulación de vapores		

		Iluminación	Iluminación deficiente	Moderado	Fatiga visual, golpes, estrés, caídas, agotamiento.
			Poca iluminación genera riesgo eléctrico		
		Señalización	Falta señalización	Moderado	Accidentes por falta de EPP
		Radiación	Equipos que producen radiación	Moderado	Mareos, vómitos, dolor de cabeza
			Radiación electromecánica en zonas de pruebas		
		Ruido	Exposición a ruido	Moderado	Disminución de la concentración, ansiedad, falta de coordinación.
			Pruebas que producen un ruido muy elevado		
			Equipos ruidosos		

Fuente: Elaboración propia.

Ruta de Evacuación

Ilustración 48 Ruta de evacuación de las instalaciones del Edificio de Potencia



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 128 Descripción de la simbología utilizada en la ruta de evacuación

	Extintor de Incendios		Punto de encuentro
	Salida de emergencia Izquierda		Ruta de Evacuación
	Salida de emergencia derecha		

Fuente: Elaboración propia.

1.4 Transporte, almacenamiento y manejo de materiales

Transporte de los objetos de prueba

Los transformadores pueden recibir daños cuando se someten a condiciones de transporte exigentes, pero, así como se propuso en el capítulo anterior, el traslado de los equipos que serán sometidos a pruebas es meramente responsabilidad de la empresa que solicita el servicio, la Universidad será la encargada de la manipulación de estos equipos dentro del recinto universitario. Una mala manipulación y transporte del transformador puede provocar danos internos en el transformador y sus componentes, que en muchas ocasiones puede resultar o provocar la falla en el transformador.

Además del daño físico que puede sufrir el transformador por una mala manipulación o el transporte inadecuado pueden sufrir otro tipo de danos, como puede ser la contaminación del aceite o el aislamiento de los devanados con agua, humedad, polvo y otros contaminantes. Estas contaminaciones darán como resultado un envejecimiento prematuro de los materiales de aislamiento, lo que significa que su rigidez dieléctrica se reducirá con la correspondiente disminución de la vida útil del transformador.

El laboratorio de potencia será el encargado de manipular ya dentro de las instalaciones de la Universidad todos los transformadores que serán sometidos a pruebas para lo cual se proponen una serie de pasos.

Propuesta de vehículos de transporte.

Dadas las características generales de un transformador de distribución monofásico:

Tabla 129 Descripción general de características de un transformador de distribución

Volumen de Aceite	70 L	
Peso Aproximado	256 kg	
Nivel de Aislamiento	17.5 kV	
Tensión Primaria	13.2 kV	
Tensión Secundaria	240/120 V	
Tipo de Refrigeración	ONAN	
BIL Primario/Secundario	95/30 kV	
Dimensiones (mm)	543x1010x626 (Ancho x Largo x Alto)	

Fuente: Elaboración propia.

Se proponen las siguientes recomendaciones para el uso de los vehículos de transporte y selección de montacargas:

- Utilizar vehículos apropiados con suficiente espacio para acomodar los transformadores eléctricos de diferentes tamaños.
- Los vehículos deben estar equipados con sistemas de seguridad para evitar danos de las muestras durante el transporte, como suspensión ajustable, acolchado interno y sistemas de sujeción adecuados.
- Se propone la utilización de un montacargas manual o una caretila para bultos

Tabla 130 Dimensiones generales para un montacargas manual hidráulico y un montacargas manual

			
Montacarga manual hidráulico		Montacarga manual	
Altura	166 cm	Altura	1.22cm
Profundidad	78 cm	Profundidad	1.66 cm
Largo	120 cm	Largo	69 cm
Capacidad	1 ton	Capacidad	3 toneladas

Fuente: Elaboración propia.

Algunas ventajas de la utilización de estos equipos para poder movilizar los transformadores dentro de las instalaciones son:

- Costo económico: Son una opción económica en comparación con los montacargas eléctricos o de combustión interna, y tanto la carretilla como el montacarga manual no requieren gastos continuos de energía o mantenimiento.
- Versatilidad: se pueden utilizar para mover diferentes cargas de distintos tamaños.
- Facilidad de uso: No se necesita una formación especializada para la utilización de estos equipos, cualquier persona puede aprender con rapidez a manejarlo con seguridad.

- Compactos: Son ideales para espacios reducidos y áreas de trabajo congestionadas.
- No emiten emisiones: No generan emisiones contaminantes ni ruido lo que lo hacen amigables con el medio ambiente.

Horarios óptimos

- El laboratorio deberá establecer el mejor horario para la realización del traslado de los transformadores planificando de manera eficiente la minimización de tiempo de traslado y en horarios internos no tan transitados por el personal interno de la universidad.
- El recibimiento de los transformadores a las empresas externas debe ser establecido en un horario específico el cual debe ser determinado según la disponibilidad de recibir los objetos de prueba en el Laboratorio.

Equipo de protección personal

- Antes de manipular cualquier transformador, se deberá asegurar que el personal del laboratorio utilice el equipo de protección personal adecuado, que puede incluir guantes dieléctricos, gafas de seguridad, casco y calzado de seguridad.
- El personal que manipula los transformadores debe estar capacitado adecuadamente y tener un conocimiento sólido sobre las características y riesgos asociados con los transformadores eléctricos.

Almacenamiento

Después de que un transformador ha sido recibido, es aconsejable colocarlo en su lugar temporal antes de pasar a realizarle las pruebas solicitadas. Si estas no se van a realizar de manera inmediata, se debe almacenar teniendo en cuenta las recomendaciones siguientes:

- El lugar de almacenamiento debe ser seco, limpio, sin grandes variaciones de temperatura y resguardado para que no sufra daño alguno. Por lo que se recomienda utilizar la bodega del lado izquierdo en la primera planta del laboratorio de potencia.

- El transformador debe ser almacenado totalmente ensamblado como si estuviese energizado en su ubicación final o permanente y debe mantenerse lo más lejos posible del contacto con agua.
- No se debe almacenar transformadores apilados (uno encima del otro) y se deben mantener sobre piso firme y nivelado. El almacenamiento de los objetos de prueba en el Laboratorio de Potencia es esencial para garantizar la integridad y seguridad de estos.
- Colocar los transformadores de potencia en la bodega designada, asegurándose que en la bodega haya suficiente espacio alrededor de cada transformador para facilitar el acceso y la inspección.
- Utilizar estantería o soportes adecuados para almacenar los transformadores, asegurándose que sean lo suficientemente fuerte para soportar el peso del transformador sin riesgo a colapsar.
- Se debe utilizar almohadillas de goma, bloques de espuma u otros materiales de amortiguación debajo de los transformadores para proteger los danos causados por golpes y vibraciones.
- Cubrir los transformadores con lonas o fundas para protegerlos del polvo y la suciedad que puedan acumular.
- El Laboratorio de Potencia tendrá un control de toda la información correspondiente al transformador (número de serie, capacidad, fecha de ingreso al laboratorio,) y cualquier otra información que se considere relevante, así como también llevar el registro de la empresa solicitante de los servicios.
- Evitar en la manera de lo posible tener transformadores almacenados en grandes cantidades. Todo transformador que ya se le realizaron los ensayos o pruebas solicitadas por el cliente se dará un plazo máximo de 48 horas hábiles para poder retirar los resultados y los objetos de prueba.
- Realizar inspecciones regulares en la bodega de almacenamiento para verificar el estado de los transformadores y detectar cualquier signo de daño o problemas potenciales.

1.5 Propuesta de modelo de gestión de la calidad basado en las normas ISO 21001:2018 e ISO 17025:2017

1.5.1 Sistema de Gestión Educativa (SGE) para el Laboratorio de Potencia basado en la ISO 21001:18

La norma se centra en establecer un marco para la gestión de la calidad en organizaciones educativas. Esta norma proporciona directrices y requisitos para ayudar a las instituciones educativas a mejorar la calidad de sus servicios y procesos.

La ISO 21001:2018 se basa en el enfoque de gestión de la calidad utilizado en otras normas ISO, como la ISO 9001 (Sistemas de Gestión de Calidad), pero está adaptada específicamente para el ámbito de la educación.

Los capítulos relevantes para la aplicación de la ISO 21001 para un sistema de gestión de calidad para el Laboratorio de Potencia se muestran a continuación:

Tabla 131 Cuadro resumen los capítulos necesarios y aspectos importantes para un SGE basado en la norma ISO 21001:18

Capítulo	Aspectos Importantes
Capítulo 4 Contexto de la Organización	Identificación de partes interesadas en el Laboratorio de Potencia. Análisis del contexto. Alcance del SGE.
Capítulo 5 Liderazgo	Compromiso de la alta dirección. Política de calidad Roles y responsabilidades.
Capítulo 6 Planificación	Identificación de riesgos y oportunidades. Establecimiento de objetivos de calidad. Planificación de cambios.
Capítulo 7 Soporte	Recursos necesarios. Competencia del personal. Comunicación. Documentación del SGE.
Capítulo 8	Planificación y control de operaciones.

Operación	Diseño y desarrollo del plan de estudios. Gestión de recursos educativos. Evaluación del personal.
Capítulo 9 - Evaluación del Desempeño	Seguimiento y medición. Auditorías internas Revisión por la dirección.
Capítulo 10 - Mejora	Acciones correctivas y preventivas. Mejora continua Actualización del SGE del Laboratorio de Potencia.

Fuente: Elaboración propia.

Manuales de Funcionamiento Necesarios para el SGE del Laboratorio de Potencia.

Manual de Organización y Funciones.

- ❖ Organigrama.
- ❖ Descriptores de Puestos

Manual de Proceso.

- ❖ Procesos estratégicos
- ❖ Procesos misionales
- ❖ Procesos apoyo

Planos, Instructivos, Formatos, Registros.

- ❖ Reglamento del Laboratorio de Potencia
- ❖ Solicitud de Estudiante para uso de Laboratorio
- ❖ Solicitud de Cliente Externo para uso de Laboratorio
- ❖ Solicitud de Cliente Interno para uso de Laboratorio

1.6 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración (ISO/IEC 17025:2017)

La norma ISO 17025:2017 es un estándar internacional que establece los requisitos generales para la competencia técnica de laboratorios de ensayo y calibración. Su aplicación es esencial para poder garantizar que las mediciones y ensayos relacionados con equipos eléctricos se realicen de manera segura, precisa y confiable. Esto es

fundamental para mantener la seguridad eléctrica y la eficiencia en una amplia gama de aplicaciones, desde la generación de energía hasta la distribución y el uso de la electricidad.

1.6.1 Proceso de acreditación

El procedimiento de acreditación debe realizarse acudiendo a el Organismo Salvadoreño de Acreditación (OSA), para que el Laboratorio de Potencia inicie su proceso de acreditación debe seguir las siguientes etapas:

- Etapa I. Solicitud de acreditación.
- Etapa II. Evaluación.
- Etapa III. Dictamen.
- Etapa IV. Vigilancia.

Las siglas OEC se utilizarán para identificar a los Organismos de Evaluación de la Conformidad (Laboratorios de ensayo, calibración, clínicos, Organismos de inspección, de certificación de sistemas, personas o producto, Organismos de Verificación y Validación).

A continuación se explica brevemente el proceso de cada etapa que debe seguir el Laboratorio para su acreditación, la información completa puede consultarse en los anexos o revisar el sitio web de la OSA¹⁰.

Etapas I: Solicitud de Acreditación

El OEC debe presentar la solicitud de acreditación en el formato establecido por el OSA (Solicitud de acreditación para laboratorios de ensayo), esta solicitud debe estar firmada por un representante debidamente autorizado del OEC. La autorización o documento equivalente, debe ser presentada junto con la solicitud de acreditación.

La revisión de recursos aplica en los casos de evaluaciones iniciales y ampliaciones de alcance, con base a la solicitud presentada, el Jefe de departamento /técnico de acreditación realiza la revisión de su capacidad para llevar a cabo la evaluación del OEC en el tiempo oportuno.

El Jefe de departamento/técnico de acreditación entrega la cotización del servicio en los 3 días hábiles posterior a la revisión de los recursos. El Proceso de Acreditación da inicio cuando el OEC cumple con la entrega de toda la documentación solicitada y efectúa el pago del servicio solicitado.

Una vez aprobada la cotización, el Jefe de departamento /técnico de acreditación, con base al alcance solicitado, selecciona en los siguientes 3 días hábiles el equipo evaluador, siguiendo lo establecido en la Gestión de evaluadores. El OEC debe confirmar por escrito la aceptación o rechazo (total o parcial) de la propuesta enviada dentro de los 3 días hábiles posteriores al envío de la notificación por parte del OSA, de no hacerlo se dará como aceptada la propuesta.

¹⁰ Sitio web de la Organización Salvadoreña de Acreditación (OSA): <https://www.osa.gob.sv>

El Jefe de departamento /técnico de acreditación entrega la documentación al equipo evaluador, mediante correo electrónico, como máximo 3 días hábiles después de que el equipo evaluador haya aceptado su designación en la evaluación, indicando en éste:

- Presentación del equipo, detallando contactos, y aspectos a ser evaluados.
- Detalle de los formatos a utilizar y las funciones detalladas en los términos de referencia.
- Fecha de evaluación y fechas para la entrega del informe de evaluación documental, plan de evaluación, e informe de evaluación.
- Enlace a los documentos digitales del sistema de gestión del OEC; estos podrían ser proporcionados por medio impreso, si fuera el caso.

A partir de los resultados de la evaluación documental, el equipo evaluador puede recomendar: Pasar a la Etapa II o Posponer la Etapa II del proceso de acreditación.

Etapa II: Evaluación.

Una vez finalizada la evaluación documental y si ésta concluye que se proceda con la etapa II, el equipo evaluador cuenta con 3 días hábiles para elaborar el plan de evaluación; para ello debe considerar la información provista por el OSA respecto a las actividades a evaluar, las ubicaciones, el personal cubierto por el alcance de la acreditación solicitado; y las técnicas de evaluación a utilizar.

El grupo evaluador realiza la evaluación en sitio siguiendo lo establecido en la planificación de la evaluación. El evaluador líder envía el Informe de evaluación con sus anexos al Jefe de departamento/técnico de acreditación, 8 días hábiles después de finalizada la evaluación en sitio. El resto del equipo evaluador deberá entregar su parte de la lista de verificación al evaluador líder a más tardar 5 días hábiles después de finalizada la evaluación en sitio. Si no se detectan hallazgos durante la evaluación proceder a la etapa III Dictamen.

Antes de que el OSA otorgue la acreditación inicial a un OEC, o según lo establezca el programa de evaluación del OEC, se deben testificar las actividades en sitio de los ensayos, calibraciones, inspecciones, auditorías para la certificación dirigidas por los OEC.

Etapa III: Dictamen

La Comisión de Acreditación evalúa la información presentada por cada OEC y emite su decisión de acreditación siguiendo las pautas establecidas en la “Toma de decisión de la acreditación”.

El Jefe de departamento/técnico de acreditación notifica al OEC solicitante la decisión tomada en un plazo de 3 días hábiles después de la toma de decisión de la Comisión de Acreditación.

El Jefe de departamento/técnico de acreditación notifica al OEC solicitante la ratificación de la decisión después de la ratificación de la Comisión Directiva. Se emite un Certificado de acreditación y Resolución de acreditación, y se coordina su entrega al OEC que ha obtenido la acreditación. La vigencia de la acreditación para laboratorios de ensayo, calibración y clínicos es de cuatro años a partir de la ratificación de la Comisión Directiva.

Si el dictamen es desfavorable, el OEC tiene la opción de apelar la decisión utilizando un proceso de apelación.

Si el OEC obtiene la acreditación, el Jefe de departamento /técnico de acreditación asigna el número de registro de OEC acreditado según cómo se detalla a continuación:

NOMBREA-XX.YY

Dónde:

NOMBRE: es las siglas utilizadas para cada tipo de OEC, LE (laboratorio de ensayo), LC (laboratorio de calibración), LCL (laboratorio clínico), OI (organismo de inspección), OCS (organismo de certificación de sistemas de gestión), OCpto (organismo de certificación de producto), OCP (organismo de certificación de personas), OVVA (organismo de validación y verificación);

A: significa “acreditado”;

XX: número correlativo para cada tipo de OEC que inicia desde 01 cada año

YY: año en el que el OEC obtiene la acreditación

Etapas IV: Vigilancia

Las evaluaciones de vigilancia que el Organismo Salvadoreño de Acreditación (OSA) realiza a los OEC acreditados son anuales y se programan con 88 días hábiles de anticipación a la fecha de vigencia de la acreditación.

El Jefe de departamento/técnico de acreditación es responsable de programar estas evaluaciones y notificar al OEC acreditado con al menos 55 días de antelación. En esta notificación, se recuerda al OEC la importancia de mantener actualizada su documentación de gestión.

Si el OEC tiene problemas con la fecha propuesta, pueden acordar una nueva fecha con el Jefe de departamento/técnico de acreditación. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el tiempo para corregir cualquier hallazgo se reduce, ya que debe completarse antes de la fecha de concesión de la acreditación.

Si el OEC planea ampliar o reducir su alcance de acreditación durante la visita de vigilancia, deben presentar la solicitud al menos 50 días hábiles antes de la fecha programada para la evaluación. En caso de no proporcionar la información requerida a tiempo, el proceso de ampliación no puede llevarse a cabo simultáneamente con la evaluación de vigilancia.

La vigencia de la actividad de evaluación de la conformidad para la ampliación del alcance comienza cuando la Comisión Directiva del OSA ratifica una decisión favorable, dictaminada por la Comisión de Acreditación, y finaliza en la misma fecha que la acreditación vigente.



1.7 Política de Calidad del Laboratorio de Potencia

El Laboratorio de Potencia de la Universidad de El Salvador, está comprometidos con la excelencia en la prestación de servicios de ensayo de alta tensión. La política de calidad es el fundamento del compromiso con la satisfacción de sus clientes internos y externos, la mejora continua y la integridad en todos sus procesos.

Principios de Calidad del Laboratorio de Potencia:

Satisfacción del Cliente: La principal prioridad es superar las expectativas de los clientes. El Laboratorio de Potencia está dedicado a entender y satisfacer sus necesidades y requisitos, brindando servicios de ensayo de alta tensión que sean precisos, confiables y oportunos.

Cumplimiento Normativo: El Laboratorio de Potencia se compromete a cumplir con todos los requisitos legales y normativos aplicables relacionados con los servicios de ensayo de alta tensión. Mantendrán estándares de calidad rigurosos que garantizan la precisión y la confiabilidad de los resultados.

Mejora Continua: Fomentar una cultura de mejora continua en todos los niveles de la organización del Laboratorio de Potencia. Se busca constantemente oportunidades para optimizar los procesos, tecnologías y habilidades del personal.

Formación y Competencia: Se reconoce la importancia del equipo en la entrega de servicios de alta calidad. Proporcionar formación, capacitación y desarrollo continuo al personal para asegurar su competencia y experiencia en la realización de ensayos de alta tensión.

Ética e Integridad: El Laboratorio de Potencia opera con los más altos estándares éticos e integridad en todas sus actividades. Se garantiza la confidencialidad, imparcialidad y objetividad en la ejecución de los servicios.

Tecnología y Equipamiento: El Laboratorio de Potencia mantendrá una infraestructura moderna y equipos de vanguardia que cumplen con los estándares de calidad más exigentes para garantizar la precisión y la confiabilidad de los ensayos de Laboratorio.

Responsabilidad Ambiental: El Laboratorio de Potencia se preocupa por el impacto ambiental de nuestras actividades y nos comprometemos a minimizarlo, siguiendo prácticas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

La política de calidad es revisada regularmente para garantizar su pertinencia y efectividad, y es comunicada y entendida por todo el personal del Laboratorio de Potencia. Se compromete con la implementación de esta política y con la mejora constante de los servicios para lograr la satisfacción total de los clientes.



PRACTICA DE LABORATORIO DEL PROYECTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA:

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Maecenas.

OBJETIVO GENERAL:

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Suspendisse accumsan arcu non varius pretium. Nullam pellentesque nisi orci, a commodo justo egestas laoreet. Curabitur ac blandit purus. Proin iaculis volutpat.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit.
2. Fusce sed nibh bibendum, rhoncus eros non, posuere turpis.
3. Donec consequat risus ut maximus tincidunt.
4. Proin cursus dui ac lobortis commodo.

CONTENIDO

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nunc eu consequat arcu. Integer dictum quam non dignissim iaculis. Nunc sed magna eget tortor cursus laoreet vel eget orci. Maecenas facilisis eleifend massa at fringilla. Donec eget nisi venenatis, vehicula nisl vitae, sagittis leo. Pellentesque vel iaculis mauris. Integer massa orci, mattis quis egestas id, ultrices in magna. Nam feugiat at dui in accumsan. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia curae.

EQUIPO Y MATERIALES	REQUERIMIENTOS
1. Sed interdum tortor non dictum tristique.	1. Sed quis dolor id sem ultricies eleifend vehicula placerat mauris.
2. Nullam et metus vel est commodo sagittis sit amet ut magna.	2. Mauris lacinia orci et auctor efficitur.
3. Maecenas euismod mi ac turpis sollicitudin pharetra.	3. Nam eget justo ac lectus ornare placerat.
	4. In vitae odio quis mauris pharetra rutrum id sed orci.

METODOLOGÍA DE LA PRÁCTICA

1. Proin pulvinar nisl ante, vitae laoreet purus dictum vel. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos himenaeos. Donec vel semper enim. Proin vulputate vitae magna sit amet placerat.



2. Phasellus sodales congue tellus quis porttitor. Morbi nec risus lacinia leo ullamcorper porttitor at et ex. Mauris mattis felis at justo feugiat, vitae ultricies felis placerat. Curabitur et nibh vulputate, venenatis ligula blandit, aliquet tellus.
3. Pellentesque tincidunt eros tellus, sit amet viverra urna vulputate et. Ut eget nibh orci. Nullam mollis in nulla nec blandit. Vestibulum at viverra tellus, a bibendum velit. Nam ut consequat erat.
4. Nunc pellentesque quis nunc vel vehicula. In quis lacinia risus. Quisque venenatis tincidunt tincidunt.
5. Integer viverra tristique est vitae scelerisque. Nulla suscipit imperdiet erat, vel pretium magna gravida a. Maecenas ac volutpat purus. Etiam sed ipsum imperdiet, tincidunt nibh vel, tempor augue. Donec eu nisi nisi.
6. Quisque aliquam et turpis ac efficitur. Donec tempor egestas porttitor. Curabitur tincidunt ex facilisis, vehicula sem at, lacinia massa. Aenean at libero fringilla, mollis justo sit amet, pulvinar ex.

TIEMPO DE DURACIÓN DE LA PRÁCTICA

Vestibulum accumsan imperdiet placerat. Ut.



FORMATO DE SOLICITUD DE ESTUDIANTE PARA USO DEL LABORATORIO

Ciudad Universitaria, ____ de _____ de 20__

A la Dirección del Laboratorio de Potencia

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Presente.

Yo,

Carné No.

apellidos

nombre

estudiante de la carrera

modalidad

nombre de carrera actual

presencial o distancia

solicito **el uso del Laboratorio de Potencia** para realizar la siguiente practica de laboratorio:

nombre de la práctica o nombre del ensayo a realizar

En espera de una respuesta favorable me suscribo de ustedes.

Atentamente.

F. _____

Alumno

Domicilio:

Teléfono: _____ Celular: _____ e-mail: _____

FORMATO DE SOLICITUD DE CLIENTE EXTERNO PARA USO DEL LABORATORIO

Ciudad Universitaria, ____ de _____ de 20____

A la Dirección del Laboratorio de Potencia

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Presente.

Yo, _____ con número de DUI.

apellidos

nombre

representado a la empresa

con el cargo de

nombre de la empresa

nombre del cargo

solicito ***el uso del Laboratorio de Potencia*** para realizar el siguiente ensayo de laboratorio:

nombre del ensayo a realizar

En espera de una respuesta favorable me suscribo de ustedes.

Atentamente.

F. _____

Solicitante

Dirección de la empresa:

Teléfono: _____ Celular: _____ e-mail: _____

FORMATO DE SOLICITUD DE CLIENTE INTERNO PARA USO DEL LABORATORIO

Ciudad Universitaria, ____ de _____ de 20 ____

A la Dirección del Laboratorio de Potencia

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Presente.

Yo, _____ con número de Carnet.

apellidos

nombre

de la Facultad

y carrera

nombre de la Facultad

nombre de la carrera

solicito **el uso del Laboratorio de Potencia** para realizar el siguiente ensayo de laboratorio:

nombre del ensayo a realizar

En espera de una respuesta favorable me suscribo de ustedes.

Atentamente.

F. _____

Solicitante

Nombre de la Facultad, Carrera, Área a la que pertenece:

Celular: _____ e-mail: _____

CAPITULO XI: ESTUDIO ECONÓMICO

1. ESTUDIO ECONÓMICO

1.1 Inversiones del Proyecto

Las inversiones en un proyecto son una manifestación de confianza en su éxito futuro. Son una apuesta estratégica que se realiza con el objetivo de obtener rendimientos significativos en el futuro. El retorno de una inversión puede venir en diversas formas, como ingresos económicos, mejora de la reputación del laboratorio, fortalecimiento de las relaciones con la empresa privada, adquisición de nuevas habilidades y conocimientos para docentes y estudiantes, entre otros.

Sin embargo, es crucial tener en cuenta que también implican un cierto nivel de riesgo. Este riesgo puede ser financiero, operativo, de mercado, estratégico, entre otros. Por tanto, es esencial realizar un análisis antes de tomar la decisión de invertir en un proyecto adicionalmente estos proyectos requieren de una gestión cuidadosa, una planificación estratégica efectiva y una constante monitorización y evaluación para asegurar que produzcan los resultados deseados.

1.1.2 Inversión Fija

1.1.2.1 Inversión tangible fija

Las inversiones fijas tangibles son recursos que se adquieren al inicio del proyecto, estos son de valor para la Escuela de Ingeniería Eléctrica y tienen una vida material, comprenden los activos físicos y duraderos que el laboratorio posee, como edificios, terrenos, maquinaria, equipos y vehículos. Estos activos son esenciales para el funcionamiento diario y para la prestación de servicios educativos de calidad. Son, en esencia, la infraestructura que facilita la creación y diseminación del conocimiento, así como la prestación de los servicios hacia la empresa privada.

TERRENO

La inversión en terreno es un componente fundamental para el Laboratorio. Este espacio físico no solo debe ser suficiente para albergar las instalaciones actuales, sino que debe tener la capacidad de adaptarse y expandirse para futuras necesidades. La ubicación, accesibilidad, y condiciones del terreno son factores cruciales que pueden impactar la eficiencia y productividad del laboratorio.

En el presente análisis, no se considerará la inversión en un terreno con motivo de la existencia de una estructura destinada al Laboratorio de Potencia.

OBRA CIVIL

La obra civil, que incluye la construcción y adecuación de los edificios e infraestructuras del laboratorio, es una inversión esencial. Esto debe garantizar espacios adecuados y seguros para la investigación, teniendo en cuenta factores como la iluminación, la ventilación, y la compatibilidad con el equipo y maquinaria que se utilizará.

De la misma manera en que se omitió la inversión del terreno destinado al laboratorio, se ha prescindido también de una considerable porción de la inversión en infraestructura civil,

dado que existe un edificio designado para las operaciones del laboratorio. Asimismo, se omite la remodelación de más del 90% de la totalidad de la estructura, la cual fue llevada a cabo a raíz de los Juegos Olímpicos de Centroamérica y el Caribe, celebrados del 23 de junio al 8 de julio de 2023.

El detalle de la inversión restante en obra civil se detalla a continuación:

Tabla 132 Inversión en Obra Civil

INVERSIÓN DE OBRA CIVIL				
NATURALEZA DE LA OBRA	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Ventana de Vidrio	Unidad	1	\$76.00	\$76.00
Placa de identificación del Laboratorio de Potencia	UNIDAD	1	\$70.00	\$70.00
TOTAL				\$146.00

Nota: Elaboración propia

MAQUINARIA Y EQUIPO

La inversión en maquinaria y equipo de alta calidad es crucial para el éxito del Laboratorio. Esto no solo mejora la precisión y eficiencia de la investigación, sino que también permite a los estudiantes aprender y trabajar con tecnología de punta, preparándolos para el mundo profesional.

El detalle de los costos basados en el equipo necesario para los ensayos seleccionados en las etapas previas se muestra a continuación:

Tabla 133 Costo de la Maquinaria y equipo

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	FLETES O IMPUESTOS (\$)	COSTO TOTAL (\$)
MAQUINARIA DE PRODUCCIÓN				
Probador de Rigidez Dieléctrica	1	\$2,000.00	\$260.00	\$2,260.00
Medidor de factor de potencia de aislamiento	1	\$2,000.00	\$260.00	\$2,260.00
Lámpara de bolsillo	2	\$38.90	-	\$77.80
Colorímetro	1	\$2,000.00	\$260.00	\$2,260.00
Kit de pruebas en situ TITRA-LUBE TAN	80	\$663.79	\$86.29	\$750.09
Generador de Impulsos de Tipo Rayo	1	\$20,000.00	\$2,600.00	\$22,600.00
TOTAL				\$30,207.89

Nota: Elaboración propia

MOBILIARIO DE ÁREA PRODUCTIVA

El mobiliario del área de producción, como las mesas de laboratorio y las sillas, debe ser resistente, duradero y diseñado para un uso seguro y eficiente. Esta inversión contribuye directamente al confort y productividad del personal y los estudiantes.

Tabla 134 Costo de mobiliario de área productiva

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Mesas para equipo de pruebas	5	\$228.99	\$1,144.95
Módulo de computadora	3	\$119.00	\$357.00
Silla	4	\$35.00	\$140.00
Computadora de trabajo	3	\$1,049.00	\$3,147.00
Pizarra acrílica con rodos	2	\$230.00	\$460.00
Mesa de apoyo	1	\$69.00	\$69.00
Mesa estilo ejecutiva	2	\$325.00	\$650.00
Sillas	20	\$35.00	\$700.00
Casillero de 6 puertas con llave	1	\$399.95	\$399.95
Proyector	1	\$149.00	\$149.00
Laptop	1	\$999.00	\$999.00
Marcador para pizarra	10	\$6.60	\$66.00
Estante Acero de uso pesado	1	\$74.90	\$74.90
TOTAL			\$8,356.80

Nota: Elaboración propia

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

El equipo de protección personal es una inversión indispensable para garantizar la seguridad de todos los que trabajan en el laboratorio. Desde batas y guantes hasta gafas y protectores faciales, este equipo ayuda a prevenir accidentes y a mantener un ambiente de trabajo seguro.

Tabla 135 Costo del Equipo de Protección Personal (EPP)

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Extintor abc 10 libras	3	\$37.00	\$111.00
Botiquín de primeros auxilios	1	\$19.50	\$19.50
Estante para EPP	1	\$74.90	\$74.90
Lentes de seguridad	3	\$2.05	\$6.15

Careta protectora	3	\$21.70	\$65.10
Gabacha	3	\$37.00	\$111.00
Guantes aislantes	3	\$5.10	\$15.30
Zapatos aislantes	3	\$24.95	\$74.85
TOTAL			\$477.80

Nota: Elaboración propia

MANEJO DE MATERIALES

La inversión en equipos y sistemas de manejo de materiales, como carros y estanterías, puede mejorar significativamente la eficiencia del laboratorio. Estos sistemas ayudan en la organización y transporte de materiales y equipos, a la vez que reducen el riesgo de accidentes.

Tabla 136 Costo del equipo para manejo de materiales

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL (\$)
Montacargas manual	1	\$450.00	\$450.00
Montacargas manual hidráulico	1	\$1,500.00	\$1,500.00
TOTAL			\$1,950.00

Nota: Elaboración propia

EQUIPO DE OFICINA

Finalmente, los enseres y el equipo de oficina, aunque a veces pasan desapercibidos, son esenciales para el funcionamiento del laboratorio. Desde computadoras y impresoras hasta archivadores y material de oficina, estos elementos facilitan la gestión administrativa del laboratorio, la comunicación y el almacenamiento de información.

Tabla 137 Costo de equipo de oficina

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL (\$)
Módulo de computadora	1	\$119.00	\$119.00
Silla	1	\$35.00	\$35.00
Computadora de trabajo	1	\$700.00	\$700.00
Estante Acero de uso pesado	1	\$74.90	\$74.90
Dispensador de agua 3 temperaturas	1	\$175.00	\$175.00
Mesa para impresora	1	\$69.00	\$69.00
Impresora EPSON L3250	1	\$239.99	\$239.99
Organizador de escritorio	1	\$12.90	\$12.90
Basurero metálico calado sin tapa	3	\$9.90	\$29.70
TOTAL			\$1,455.49

Nota: Elaboración propia

RESUMEN DE LA INVERSIÓN FIJA TANGIBLE

A partir de la información suministrada, la inversión fija tangible se resume mediante la siguiente tabla:

Tabla 138 Total de la Inversión fija tangible

RUBRO	COSTO
Inversión de Obra Civil	\$146.00
Maquinaria y Equipo	\$30,207.89
Mobiliario del área productiva	\$8,356.80
EQQ DE PROTECCIÓN PERSONAL	\$477.80
MANEJO DE MATERIALES	\$1,950.00
Equipo de oficina	\$1,455.49
TOTAL	\$42,593.98

Nota: Elaboración propia

1.1.2.2 inversión fija intangible

Las Inversiones Fijas Intangibles son igualmente fundamentales para el funcionamiento eficiente del Laboratorio. Estas inversiones no son físicas, pero son esenciales para la producción y oferta de servicios de alta calidad. Incluyen elementos como la propiedad intelectual, las marcas, así como el capital humano, como el conocimiento y la experiencia de los profesores y el personal administrativo.

En un mundo cada vez más digital y globalizado, el valor de las inversiones intangibles es incalculable, y puede marcar la diferencia entre una institución de educación superior promedio y una líder en su campo.

INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS PREVIOS

Son los costos asociados a estudios e investigaciones realizadas para conocer la factibilidad del proyecto de inversión, los costos de este rubro se detallan a continuación:

Tabla 139 Costos de Investigación y estudios previos

ETAPA	RUBRO	RECURSO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
ANTEPROYECTO	Asesorías	Honorarios	1	\$625.00	\$625.00
	Equipos de trabajo	Honorarios de equipo de trabajo	3	\$250.00	\$750.00
	Papelería	Impresiones	3	\$2.00	\$6.00
	Recursos	Transporte	3	\$5.00	\$15.00
		Energía eléctrica	1	\$30.00	\$30.00
	Defensa	Viáticos individuales	3	\$5.00	\$15.00

		Ornato y decoración	1	\$35.00	\$35.00
		Refrigerio	4	\$15.00	\$60.00
		Imprevistos	1	\$15.00	\$15.00
SUBTOTAL					\$1,551.00
DIAGNOSTICO	Asesorías	Honorarios	1	\$625.00	\$625.00
	Equipo de trabajo	Honorarios de equipo de trabajo	3	\$250.00	\$750.00
	Visitas técnicas / entrevistas	Viáticos individuales	3	\$15.00	\$45.00
		Impresiones	6	\$1.00	\$6.00
	Recursos	Energía eléctrica	1	\$30.00	\$30.00
SUBTOTAL					\$1,456.00
DISEÑO	Asesorías	Honorarios	1	\$625.00	\$625.00
	Equipo de trabajo	Honorarios de equipo de trabajo	3	\$250.00	\$750.00
	Visitas técnicas / entrevistas	Viáticos individuales	3	\$15.00	\$45.00
		Impresiones	6	\$1.00	\$6.00
	Recursos	Energía eléctrica	1	\$30.00	\$30.00
SUBTOTAL					\$1,456.00
EVALUACIONES	Asesorías	Honorarios	1	\$625.00	\$625.00
	Equipo de trabajo	Honorarios de equipo de trabajo	3	\$250.00	\$750.00
	Visitas técnicas / entrevistas	Viáticos individuales	3	\$15.00	\$45.00
		Impresiones	6	\$1.00	\$6.00
	Recursos	Energía eléctrica	1	\$30.00	\$30.00
SUBTOTAL					\$1,456.00
TOTAL					\$5,919.00

Nota: Elaboración propia

GASTOS DE ORGANIZACIÓN LEGAL

El proceso de reconocimiento de un proyecto académico especial por parte de Junta Directiva permite obtener la ratificación de la programación de actividades del proyecto y su pliego tarifario (arancel asociado al servicio), debido a que es un trámite interno, no es necesario realizar una inversión para obtener la aprobación del Consejo Superior Universitario.

GASTOS DE ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO

Esta inversión está asociada con las actividades que se llevan a cabo para la implementación del proyecto, el detalle de estas actividades se presentará más adelante en el apartado de administración del proyecto.

Tabla 140 Gastos de la administración del proyecto

DESCRIPCIÓN	PERSONAL REQUERIDO	SALARIO	DURACIÓN (MESES)	INVERSIÓN TOTAL
Administración del proyecto				
Administrador del proyecto	1	\$1,000.00	6	\$6,000.00
Salario del Personal auxiliar	1	\$600.00	6	\$3,600.00
Total				\$9,600.00

Nota: Elaboración propia

RESUMEN DE LA INVERSIÓN FIJA INTANGIBLE

Tabla 141 Total de la inversión fija intangible

RUBRO	COSTO
Investigación y estudios previos	\$5,919.00
ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO	\$9,600.00
TOTAL	\$15,519.00

Nota: Elaboración propia

INVERSIÓN FIJA TOTAL

A continuación, se muestra el resumen de la Inversión Fija tomando en cuenta ambas inversiones (tangible e intangible) y un porcentaje asignado a imprevistos que pudieran en el futuro.

Tabla 142 Total de la Inversión Fija

RUBRO	COSTO
INVERSIÓN FIJA TANGIBLE	
Inversión de Obra Civil	\$146.00
Maquinaria y Equipo	\$30,207.89
Mobiliario del área productiva	\$8,356.80
EQQ DE PROTECCIÓN PERSONAL	\$477.80
MANEJO DE MATERIALES	\$1,950.00
Equipo de oficina	\$1,455.49
SUBTOTAL	\$42,593.98
INVERSIÓN FIJA INTANGIBLE	
Investigación y estudios previos	\$5,919.00
ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO	\$9,600.00
SUBTOTAL	\$15,519.00
TOTAL	\$58,112.98

Nota: Elaboración propia

1.1.3 Capital de trabajo

El Capital de Trabajo en proyectos de inversión es un componente esencial que garantiza la capacidad del Laboratorio para mantener su operación y cumplir con sus obligaciones a corto plazo.

Este tipo de inversión comprende los recursos financieros destinados a cubrir los costos operativos diarios, como salarios, servicios públicos, suministros de oficina y otras necesidades inmediatas. En un contexto donde las universidades públicas cada vez más buscan asociarse con empresas privadas para proyectos de investigación y desarrollo, la disponibilidad de un capital de trabajo adecuado es esencial para garantizar que la universidad pueda cumplir con sus compromisos y entregar resultados a tiempo.

Es necesario considerar algunos aspectos, previo al cálculo del capital de trabajo para el laboratorio:

2. La política de inventario de materia prima será de 6 meses, esto con el objetivo de cubrir la demanda de materiales para el desarrollo del ciclo de estudios posterior mientras se realiza el proceso de compras dentro de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, sin embargo, el resto del capital de trabajo será calculado para 3 meses ya que a partir del tercer mes el laboratorio puede hacer frente al pago de salarios según lo proyectado.

4. El abastecimiento de materias primas e insumos se realizará según el proceso de compras y adquisiciones de la Facultad, por lo que no es otorgado crédito.

5. El pago de salarios se realiza mensualmente.

Inventario de Materiales Directos

A este rubro pertenecen todos aquellos materiales que se adicionan en el proceso de realización del ensayo; en el caso del laboratorio, los materiales directos son empleados para llevar a cabo algunas de las pruebas, tal como se detallan en el apartado de balance de materiales.

Tabla 143 Costo relacionado al inventario de materiales directos del capital de trabajo

Descripción	Unidad	Costo Unitario (\$)	Cantidad para primer mes	Costo Total (\$)	Costo Total (\$)
Solución de tolueno	1	\$13.75	1	\$13.75	\$13.75
Solución alcohólica de hidróxido de potasio	1	\$69.50	1	\$69.50	\$69.50
Papel Térmico 2 ¼ x 80 (27 metros)	1	\$1.19	1	\$1.19	\$1.19
Total				\$84.44	\$84.44

Nota: Elaboración propia

Pago de Salarios de Mano de Obra directa

El pago de salarios se hará mensualmente los últimos días del mes y el empleado gozará de todas las prestaciones que la Ley exige (Vacaciones, aguinaldo, ISSS, AFP e INCAF). El cálculo del salario para los empleados durante el primer mes de operación se realizará según la ecuación:

$$\text{Salario mensual} = \sum \text{Número de empleados} * (\text{salario mensual} + \text{cuotas patronales})$$

Tabla 144 Cálculo del costo de mano de obra directa (MOD)

Puesto	No. Empleados	De	Salario mensual (\$)	Cuota patronal		Costo de MOD Mensual	Costo de MOD 3 meses
				ISSS - 7.50%	AFP (6.75%)		
Jefe de Laboratorio	1		\$1,050.00	\$78.75	\$70.88	\$1,199.63	\$3,598.88
Técnico Laboratorista	2		\$800.00	\$60.00	\$54.00	\$914.00	\$2,742.00
Total						\$2,113.63	\$6,340.88

Nota: Elaboración propia

Suministros del Laboratorio

La energía eléctrica es uno de los insumos clave para el desarrollo de las actividades del Laboratorio, a partir de los datos obtenidos del consumo energético, pliego tarifario de la distribuidora AES y asumiendo una jornada laboral de 8h con uso continuo de los equipos, se detalla el costo mensual tanto para la maquinaria como para el equipo de oficina.

Suministro de energía eléctrica de maquinaria

Tabla 145 Costo mensual del suministro de energía eléctrica de la maquinaria

Maquinaria	Cantidad	Potencia (Watts)	Potencia (KW)	Horas de Trabajo al mes	Electricidad consumida (KWh/mes)	Costo Mensual	Costo 3 meses
Equipo de pruebas dieléctricas	1	2,000	2	2.59	5.18	\$0.66	\$1.98
Medidor de factor de potencia	1	480	0.48	9.51	4.5648	\$0.58	\$1.74
Colorímetro	1	100	0.1	2.25	0.225	\$0.03	\$0.09
Generador de Impulso de Tipo Rayo	1	400,000	400	0.56	224	\$28.47	\$85.41
TOTAL					233.9698	\$29.74	\$89.22

Nota: Elaboración propia

Suministro de energía eléctrica de equipo de oficina

Tabla 146 Costo mensual del suministro de energía eléctrica de equipo de oficina

Maquinaria	Cantidad	Potencia (Watts)	Potencia (KW)	Horas de Trabajo al día	Electricidad consumida (kWh/mes)	Costo Mensual	Costo 3 meses
Teléfono	1	10	0.01	8	1.6	\$0.19	\$0.57
Impresora	1	24.625	0.024625	8	3.98	\$0.48	\$1.44
Computadora	1	200	0.2	8	32	\$3.86	\$11.58
Dispensador de agua 3 temperaturas	1	78	0.078	8	12.48	\$1.50	\$4.50
TOTAL					50.06	\$6.03	\$18.09

Nota: Elaboración propia

Luminarias dentro del Laboratorio

Tabla 147 Electricidad consumida por mes

Descripción	Cantidad	Potencia (watts)	Potencia (kw)	Horas al día	Horas al mes	Electricidad consumida por mes
Luminarias del Laboratorio	1	1200	1.2	8	152	182.40

Nota: Elaboración propia

Tabla 148 Costo total de la electricidad consumida

ELECTRICIDAD CONSUMIDA POR MES	CARGO DE COMERCIALIZACIÓN	COSTO SIN IVA	IVA (13%)	COSTO TOTAL	COSTO 3 MESES
182.40	\$ 0.13	\$ 23.18	\$ 3.01	\$ 26.19	\$ 78.58

Nota: Elaboración propia

Resumen de Suministro de Energía Eléctrica

Tabla 149 Total del costo de energía eléctrica

DESCRIPCIÓN	COSTO
Maquinas/equipos de pruebas	\$89.22
Equipo de oficina	\$18.09
Alumbrado	\$78.58
CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA	\$185.89

Nota: Elaboración propia

Agua Potable

La Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) establece las tarifas del suministro de agua potable y alcantarillado a nivel nacional. En el contexto del laboratorio, este recurso se usa en menor medida, principalmente para propósitos de higiene y consumo personal. La estimación de su consumo se basa en investigaciones anteriores que han empleado el servicio para fines similares con datos actualizados a la fecha.¹¹

Tabla 150 Costo mensual de agua potable

Consumo Diario Estimado (m3)	Consumo mensual estimado (m3)	Tarifa de acueducto	Tarifa de alcantarillado	Tarifa mensual	Tarifa 3 meses
1	20	0.9	\$5.00	\$23.00	\$69.00

Nota: Elaboración propia

Insumos de área administrativa

Se refiere a todos los materiales necesarios para el desarrollo de las actividades administrativas en el laboratorio los cuales se espera que en su mayor medida se digitalicen minimizando el uso de papel, plástico y agentes contaminantes, los montos asociados a este rubro se detallan a continuación:

Tabla 151 Costo de los insumos del área administrativa

Descripción	Cantidad mensual	Costo unitario	Costo total	Costo 3 meses
Papel para copiado (100 hojas)	1	\$4.90	\$4.90	\$14.70
Cartuchos de Tintas	1	\$34.99	\$34.99	\$104.97
Folder tamaño carta (25 unidades)	2	\$6.40	\$12.80	\$38.40
Total			\$52.69	\$158.07

Nota: Elaboración propia

Resumen de Capital de Trabajo

Tabla 152 Total de costos para el capital de trabajo

Rubro	Monto
Materiales Directos	\$84.44
Pago de Salarios	\$6,340.88
Suministro de energía eléctrica	\$185.89
Agua potable	\$69.00

¹¹ Los datos tomados para el cálculo del costo se basan en la última publicación y actualización del pliego tarifario de ANDA publicado el 10 de agosto de 2023 en su sitio web: <https://www.anda.gob.sv/index.php/download/tarifas-vigentes/>

Insumos de área administrativa	\$158.07
TOTAL	\$6,838.28

Nota: Elaboración propia

1.1.4 Resumen de la Inversión Fija Total del Laboratorio de Potencia

Tabla 153 Total de la Inversión

RUBRO	COSTO
INVERSIÓN FIJA TANGIBLE	
Inversión de obra civil	\$ 146.00
Maquinaria y equipo	\$ 30,207.89
Mobiliario del área productiva	\$8,356.80
Equipo de protección personal	\$ 477.80
Manejo de materiales	\$1,950.00
Equipo de oficina	\$1,455.49
SUBTOTAL	\$ 42,593.98
INVERSIÓN FIJA INTANGIBLE	
Investigación y estudios previos	\$5,919.00
Administración del proyecto	\$9,600.00
SUBTOTAL	\$ 15,519.00
SUBTOTAL INVERSIÓN FIJA	\$ 58,112.98
CAPITAL DE TRABAJO	
Materiales Directos	\$ 84.44
Pago de Salarios	\$6,340.88
Suministro de energía eléctrica	\$ 185.89
Agua potable	\$ 69.00
Insumos de área administrativa	\$ 158.07
SUBTOTAL CAPITAL DE TRABAJO	\$6,838.28
TOTAL DE INVERSIÓN	\$ 64,951.26

Nota: Elaboración propia

1.2 Financiamiento del Proyecto

Para establecer y hacer operativo el laboratorio, se requiere el respaldo de la Universidad de El Salvador, sin descartar la posibilidad de colaboración con otras instituciones externas que fomenten el avance académico, técnico, social y la excelencia en pro del progreso del país.

1.2.1 Origen de los fondos

Una vez definido el diseño del laboratorio, es crucial identificar y delinear las fuentes de financiación para llevar a cabo el proyecto. Este paso conlleva la descripción del proceso de gestión financiera, el cual típicamente implica la realización de estudios preliminares, acuerdos y planes de inversión para que los interesados dispongan de un capital inicial y se establezca el porcentaje de contribución.

La institución principal para la financiación es la Universidad misma, la cual, según el diseño establecido para el Laboratorio, participará en la totalidad de la inversión y en su seguimiento. No obstante, no se descarta la posibilidad de que en el futuro se requiera el respaldo de una entidad colaboradora para su financiación.

La cantidad necesaria para implementar la reactivación por parte de la Universidad asciende a **\$64,951.26**, cubriendo tanto la inversión fija como el capital de trabajo necesario para llevar a cabo el proyecto.

1.2.2 Alternativas al financiamiento propio

En El Salvador existe un número importante de agencias de cooperación internacional que trabajan a nivel bilateral, multilateral y/o descentralizado, pero que disponen la gestión de sus recursos financieros, materiales, asistencia técnica y otro tipo de ayuda a través del Ministerio de Relaciones Exteriores.

La cooperación bilateral involucra la colaboración entre dos países, donde uno proporciona asistencia directa al otro, mientras que la cooperación multilateral involucra la participación de múltiples países y organizaciones internacionales en el diseño y la implementación de programas de desarrollo y por último las cooperaciones descentralizadas implican la participación de actores no gubernamentales.

Cualquier actor o entidad que trabaja en el ámbito local que desee aplicar a estos recursos, deberá realizar su petición a la Oficina de Cooperación Internacional de cualquier Ministerio Según sea el sector de interés (Salud, Agricultura, Medio ambiente, entre otros.). Algunas de las agencias de cooperación, que disponen la gestión de la ayuda en coordinación con el Ministerio de Relaciones Exteriores en el sector educación, son:

Cooperación Bilateral:

Norte-Sur:

- Corea
- Estados Unidos
- Italia
- Japón
- Luxemburgo
- Taiwán

Sur-Sur y Triangular:

Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo-AMEXCID	México
Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia-SEGEPLAN	Guatemala
Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto/Dirección de Cooperación Internacional-DCI	Costa Rica
Ministerio de Relaciones Exteriores/Viceministerio de Asuntos Multilaterales y Cooperación	Panamá
Agencia Presidencial de Cooperación Internacional-APC	Colombia
Secretaría Técnica de Cooperación Internacional-SETECI	Ecuador
Agencia Peruana de Cooperación Internacional-APCI	Perú
Agencia Chilena de Cooperación Internacional para el Desarrollo-AGCID	Chile

Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto/Dirección General de Cooperación Internacional-DGCIN-Fondo Argentino de Cooperación Sur-Sur y Triangular-FO.AR	Argentina
Agencia Uruguaya de Cooperación Internacional-AUCI	Uruguay
Agencia Brasileña de Cooperación-ABC	Brasil
Ministerio de Planificación y Desarrollo/Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo-VIPFE	Bolivia
Ministerio del Comercio Exterior y la Inversión Extranjera-MINCEX	Cuba
Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo	República Dominicana
Ministerio de Relaciones Exteriores	Nicaragua
Secretaría de Relaciones Exteriores	Honduras
Ministerio de Relaciones Exteriores	Paraguay
Ministerio de Relaciones Exteriores/Programa de Cooperación Técnica y Económica-ITEC	India
Ministerio de Relaciones Exteriores y Cooperación	Marruecos
Agencia Tailandesa de Cooperación Internacional-TICA	Tailandia
Agencia Turca de Coordinación y Cooperación-TIKA	Turquía
Ministerio de Relaciones Exteriores	Vietnam

Cooperación Multilateral:

- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial – ONUDI
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura – UNESCO
- Unión Europea
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe – CEPAL
- Sistema Económico Latinoamericano y del Caribe – SELA
- Instituto Italo -Latinoamericano – IILA
- Banco Centroamericano de Integración Económica – BCIE
- Banco Interamericano de Desarrollo – BID
- Banco Mundial
- Fondo Monetario Internacional – FMI

1.2.3 Proceso para solicitar ayuda de un ente cooperante establecido por el Ministerio de Relaciones Exteriores de El Salvador

Las distintas instituciones locales y agentes presentes en El Salvador, y que ejecutan proyectos, programas o acciones de desarrollo, podrán solicitar cooperación internacional por escrito ante: las Oficinas de Cooperación Internacional (OCI) del ministerio de interés según sea el caso o la misma Secretaría Técnica y de Planificación de la Presidencia, quienes trasladan dicha petición ante la Dirección General de Cooperación para el Desarrollo, del Vice Ministerio de Cooperación para el Desarrollo. Las solicitudes se deben presentar en los formularios respectivos que se han dispuesto, o a través de una nota oficial, y se deben hacer acompañar de los soportes o documentos que acrediten dicha petición, cumpliendo con todos los requisitos que son establecidos previamente por la fuente de cooperación a quien se le solicita el apoyo.

Las solicitudes presentadas son revisadas, analizadas y evaluadas, según el tipo o naturaleza del proyecto presentado. A su vez, se puede brindar asistencia técnica necesaria para la formulación y presentación de los proyectos.

Posteriormente, las propuestas de financiamiento son trasladadas por el Ministerio de Relaciones Exteriores, a la Secretaría Técnica y de Planificación de la Presidencia, la cual aprueba preliminarmente la asignación de los recursos de conformidad al plan operativo anual y el plan Quinquenal del Gobierno.

Una vez aprobada las propuestas de cooperación, se presenta y gestionan ante la respectiva fuente o agencia cooperante, quienes aprueban o no el financiamiento.

La entidad solicitante recibe la notificación, la cual es inapelable. Al recibir una aprobación con observaciones, la entidad solicitante deberá superar las mismas. Para ello, se puede solicitar asistencia y orientación en la misma Dirección General de Cooperación para el Desarrollo.

Una vez superada las observaciones o notificaciones los resultados, se procede a la discusión, análisis, suscripción y ratificación de un instrumento jurídico: convenio.

Al concretar el convenio, se establece los términos que guiaran el proceso de ejecución, monitoreo y evaluación del proyecto o programa aprobado.

1.3 Costos del Proyecto

Los costos representan los montos necesarios que se deben incurrir para llevar a cabo diversas actividades en el Laboratorio de Potencia. Estos costos se dividen en categorías como costos de producción, administración, comercialización y financieros. Para conocer el costo total de un servicio, es esencial mantener un seguimiento de los costos que se incluyen en el precio de venta. La información debe organizarse de manera que permita visualizar todos los aspectos asociados al costo y calcular todo el detalle para obtener los montos totales.

En este sentido, el cálculo de los costos se realiza de acuerdo con el sistema de costos seleccionado. La estructura de costos comprende un conjunto de cuentas, registros y procedimientos diseñados para determinar el costo unitario de los artículos. Además, contribuye al control de las operaciones relacionadas con esta función en la empresa y proporciona a la dirección los elementos necesarios para tomar decisiones informadas.

1.3.1 Clasificación de los costos

La categorización de los costos según los elementos incluidos se refiere a la desagregación y clasificación de los diversos componentes que contribuyen al costo total de un producto o servicio. Principalmente la clasificación de costos se hará por los elementos que componen el costo y por las características de producción de los servicios.

1.3.1.1 Clasificación según los elementos incluidos en el costo

En la configuración del sistema de costos, la clasificación de los elementos que intervienen en la estimación del costo unitario se puede realizar según su naturaleza, dividiéndolos en categorías de costos directos o absorbentes. Estos términos hacen referencia a la capacidad de rastrear directamente los costos hasta un producto específico o asignarlos mediante una tasa de absorción.

Costeo directo:

El sistema de costos directo asigna al costo unitario de los productos exclusivamente los costos que fluctúan con el volumen de producción. En otras palabras, únicamente se consideran en este cálculo los costos de materiales directos, mano de obra directa y costos indirectos de fabricación variables. Este enfoque presenta el estado de ingresos como un costo del periodo, destacando así los costos que están directamente relacionados con la producción en curso y variarán proporcionalmente con los cambios en el volumen de producción."

Costos Absorbentes:

Es conocido también como "costeo tradicional" porque considera los costos fijos y los costos variables. Se considera como costo la materia prima, la mano de obra y los gastos de fabricación, ya sean directos o indirectos, así como los fijos y los variables. El costeo absorbente se puede definir como "la incorporación de todos los costos de fabricación, tanto variables y fijos al costo del producto".

Es conocido también como "costeo tradicional" porque considera los costos fijos y los costos variables. Se considera como costo la materia prima, la mano de obra y los gastos de fabricación, ya sean directos o indirectos, así como los fijos y los variables.

El costeo absorbente se puede definir como "la incorporación de todos los costos de fabricación, tanto variables y fijos al costo del producto"

Desventajas:

- El procedimiento para obtener el punto de equilibrio es complejo.
- Se dificulta establecer la combinación óptima de costo-volumen-utilidad, porque los registros contables integran los costos fijos y los variables.
- Se dificulta el suministro de presupuestos contables de costos fijos y variables.

Diferencias entre el costeo directo y costeo absorbente.

Las diferencias principales entre el costeo directo y el costeo absorbente se centran en la manera en que tratan los costos fijos y la presentación de los estados financieros. Se pueden mencionar las siguientes diferencias:

Tratamiento de Costos Fijos:

Costeo Directo: Solo los costos variables (materiales directos, mano de obra directa y costos indirectos variables de fabricación) se asignan directamente a los productos. Los costos fijos se consideran como gastos del periodo y no se incluyen en el cálculo del costo unitario del producto o servicio.

Costeo Absorbente: Tanto los costos variables como los costos fijos se asignan a los productos. Los costos fijos se distribuyen entre los productos producidos durante el periodo, lo que significa que una porción de los costos fijos se incluye en el cálculo del costo unitario de cada producto o servicio.

Presentación de Estados Financieros:

Costeo Directo: Los costos fijos se presentan como gastos del periodo en el estado de resultados. Este enfoque resalta la contribución marginal y facilita el análisis de la rentabilidad a diferentes niveles de producción.

Costeo Absorbente: Los costos fijos se incorporan al costo de los productos y se presentan como parte del inventario. Estos costos se reconocen en el estado de resultados a medida que se venden los productos. Este enfoque cumple con los principios contables generalmente aceptados (PCGA) y se utiliza para la presentación de informes externos.

Enfoque para la Toma de Decisiones:

Costeo Directo: Es más útil para la toma de decisiones a corto plazo, ya que proporciona una visión clara de los costos variables asociados con la producción y facilita el análisis del margen de contribución.

Costeo Absorbente: Es preferible para la presentación de informes financieros externos y proporciona una visión más completa del costo total de producción. Puede ser más adecuado para la toma de decisiones a largo plazo.

1.3.1.2 CLASIFICACIÓN SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DE PRODUCCIÓN

Los métodos de costeo pueden clasificarse según las características de producción en dos categorías principales: costeo por proceso y costeo por orden o trabajo.

Costeo por Proceso:

El costeo por proceso es un método de asignación de costos utilizado en entornos de producción continua. En este enfoque, los productos son homogéneos y se producen en grandes cantidades. La producción fluye a través de varios procesos sucesivos, y cada unidad del producto es esencialmente igual a las demás.

Método de Asignación de Costos:

1. Los costos se asignan a los diferentes procesos productivos.
2. El costo total del proceso se divide entre el número total de unidades producidas durante ese período.
3. Los productos se mezclan entre sí durante el proceso de producción.

Costeo por Orden o Trabajo:

El costeo por orden o trabajo es un método de asignación de costos utilizado en entornos de producción intermitente. En este caso, los productos son únicos o se fabrican en lotes pequeños. La producción se realiza según las especificaciones del cliente, y cada producto puede requerir diferentes procesos y materiales.

Método de Asignación de Costos:

1. Los costos se asignan directamente a cada orden de producción o trabajo específico.
2. El costo total se acumula para cada orden o trabajo en particular.
3. Los productos son fácilmente identificables y no se mezclan entre sí durante la producción.

1.3.2 Estructura de costos a utilizar para el laboratorio de potencia

Dada la consideración de los elementos que componen el costo y la revisión de la información contenida en este segmento, se optará por la implementación del sistema de costeo por absorción. Este enfoque se fundamenta en la premisa de que el volumen de ventas se equipara al volumen de producción. Es importante mencionar que esta metodología ofrece una visión más completa del costo total de producción al incluir tanto los costos variables como los costos fijos y asignarlo a la cantidad de servicios dados.

De acuerdo a las características de producción para el Laboratorio de Potencia que recibe solicitudes de servicios con requerimientos específicos de cada cliente, se ha decidido la implementación de un sistema de costeo por orden o trabajo. Este enfoque se muestra más apropiado debido a la naturaleza única y personalizada de los servicios ofrecidos, permitiendo la asignación directa de costos a cada proyecto o trabajo en función de sus características particulares.

Las características distintivas que respaldan la elección del costeo por orden en este contexto incluyen:

- La capacidad de adaptarse a la personalización de servicios.
- La posibilidad de identificar claramente los costos asociados con cada solicitud de servicio
- La flexibilidad para reflejar la variedad en los procesos.
- La capacidad de ajustarse a cambios en la demanda.

La adopción de un sistema de costeo por orden en el Laboratorio de Potencia proporcionará una mayor precisión en la asignación de costos. Además, facilitaría la gestión eficiente de la variabilidad en la naturaleza de los servicios solicitados, ofreciendo una herramienta adaptable y específica para las necesidades particulares del entorno.

Posteriormente, se procede a calcular el costo unitario de cada servicio, estableciendo un porcentaje de asignación para cada categoría de costos en función de su impacto en los procesos llevados a cabo en el laboratorio. Finalmente, utilizando la información obtenida en la sección de cálculo de la demanda de los servicios de potencia, se realiza una estimación de los costos del laboratorio basada en la estimación de costos variables y costos unitarios.

1.3.3 Sistema de costos aplicado al Laboratorio de Potencia.

Con el sistema de costos elegido en el modelo, se establecerá un sistema de costeo específico para cada servicio ofrecido en el laboratorio. Esta elección se fundamenta en la necesidad de representar de manera clara la contribución de cada categoría de costos a cada servicio. La asignación proporcional de costos se llevará a cabo después de determinar los montos totales asociados con cada categoría de costos en el desarrollo de las actividades del Laboratorio de Potencia.

1.3.4 Metodología a emplear para el establecimiento de costos

La metodología propuesta para calcular los costos atribuibles a cada servicio ofrecido en el Laboratorio de Potencia se detalla a continuación:

1. Establecimiento del método de amortización y depreciación a ser empleado.

2. Identificación de los costos atribuibles a cada servicio según los requisitos específicos de mano de obra, materia prima e insumos asociados a cada uno.
3. Definición de los criterios de prorrateo de costos individuales para cada servicio.
4. Realización del cálculo del costo total asignado a cada servicio.
5. Establecimiento de los costos unitarios para cada servicio prestado en el laboratorio.

1.3.4.1 MÉTODO DE DEPRECIACIÓN

El método de depreciación por línea recta es un método sistemático de asignación de costos que distribuye uniformemente el valor depreciado de un activo fijo a lo largo de su vida útil. Según este método, se asume que la pérdida de valor del activo es constante cada año, lo que resulta en un gasto anual uniforme.

Fórmula:

La fórmula básica para calcular la depreciación por línea recta es:

$$\text{Depreciación anual} = \frac{\text{Costo del activo} - \text{valor de rescate}}{\text{Vida útil del activo}}$$

Componentes Clave:

Costo del Activo: Es el costo original del activo fijo, incluyendo todos los gastos necesarios para ponerlo en condiciones de uso.

Valor de Rescate: Representa el valor estimado del activo al final de su vida útil. A veces se asume que este valor es cero.

Vida Útil del Activo: Es el período estimado durante el cual se espera que el activo sea productivo o útil.

1.3.5 Costos de producción

Para los costos de producción se entenderán todas aquellas erogaciones de dinero que se deben realizar para poder ofrecer un servicio de pruebas de laboratorio. Entre estos costos podemos mencionar:

- Mano de obra directa
- Materia prima
- Mano de obra indirecta
- Insumos
- Depreciación de equipos.

1.3.5.1 Mano de obra directa

La mano de obra directa representa los sueldos de los técnicos que desarrollaran las actividades del laboratorio de potencia. Para el caso del Laboratorio de Potencia serán 2 personas que considerar en el cálculo de mano de obra directa tal como se menciona en la etapa de diseño.

Para la mano de obra directa debe considerarse los pagos de salarios de acuerdo con lo establecido en el código de trabajo. Se deben contemplar obligaciones como AFP, ISSS y vacaciones de los empleados. y vacaciones de los empleados según el siguiente detalle:

- El aporte patronal de Instituto Salvadoreño del Seguro Social es del 7.5% por sueldo hasta un máximo de \$685.71.
- El aporte patronal para la Administradora del Fondo de Pensiones AFP es del 6.75% por sueldo hasta un máximo de \$5354.52.
- Según los artículos 184, 185 y 186 del código de trabajo las vacaciones deben ser remuneradas con un salario ordinario correspondiente al mismo lapso más 30% del mismo.
- El aguinaldo debe ser pagados a los colaboradores antes del 20 de diciembre. Para que el trabajador tenga derecho deberá de cumplir un año en la empresa y si no lo tuviese tiene derecho a recibir la parte proporcional del tiempo laborado. Las cantidades deberán ser pagadas según lo siguiente:
 - o Un trabajador con un año o más y menos de tres años de servicio, el aguinaldo es el equivalente al salario de diez días.
 - o Un trabajador con tres años o más y menos de diez años de servicio, el aguinaldo es el equivalente al salario de quince días.
 - o Un trabajador con diez o más años de servicio, el monto del aguinaldo es el equivalente al salario de dieciocho días

Los costos anuales de mano de obra directa del Laboratorio de Potencia se detallan a continuación:

Tabla 154 Costo anual de mano de obra directa

Puesto	Cantidad	Salario por mes	Cuota patronal		Costo mensual	Costo anual
			ISSS (7.5%)	AFP (6.75%)		
Jefe de Laboratorio de Potencia	1	\$1,050.00	\$78.75	\$70.88	\$1,199.63	\$15,795.50
Técnico Laboratorista	2	\$800.00	\$60.00	\$54.00	\$914.00	\$12,368.00
TOTAL	3	\$1,850.00	\$138.75	\$124.88	\$2,113.63	\$28,163.50

Nota: Elaboración propia

De esta manera se conoce que el costo de mano de obra directa es de \$25,980.17 para un año.

Tabla 155 Resumen anual del costo de mano de obra directa

AÑO	1	2	3	4	5
Total	\$28,163.50	\$28,163.50	\$28,163.50	\$28,163.50	\$28,163.50

Nota: Elaboración propia

1.3.5.2 COSTO DE MATERIALES DIRECTOS E INDIRECTOS

En el contexto de la prestación de servicios, el concepto de materiales directos e indirectos se puede adaptar para reflejar los elementos específicos asociados con la entrega de un servicio. Aquí están las diferencias:

Materiales Directos para Servicios:

- En el caso de servicios, los materiales directos se refieren a los elementos consumibles y específicos utilizados directamente en la prestación del servicio.
- Estos son elementos cuyo costo se puede asignar fácilmente a un servicio específico y que son esenciales para proporcionar ese servicio en particular.

Pueden incluir el costo de materiales consumibles, suministros específicos para el servicio, o cualquier equipo especializado necesario para realizar el servicio en el Laboratorio.

Materiales Indirectos para Servicios:

Los "materiales indirectos" en servicios son aquellos cuyos costos no se pueden asignar de manera directa a un servicio específico, pero que son necesarios para el funcionamiento general de la empresa o la prestación de servicios en conjunto.

Estos costos son más generales y no están directamente vinculados a la ejecución de un servicio específico. Pueden incluir suministros varios del Laboratorio, gastos generales, o costos de mantenimiento de instalaciones que son compartidos entre varios servicios.

COSTO DE MATERIALES DIRECTOS DE PRODUCCIÓN

Para la determinación de los costos de las materias primas empleadas en el desarrollo de los servicios se llevará a cabo de manera individual. En este proceso, se detallarán específicamente las materias primas asociadas a cada servicio según sea el caso, junto con sus costos correspondientes, los cuales se calcularán en función de la demanda estimada en la fase previa del análisis.

Para el caso de todos los servicios ofrecidos por el Laboratorio de Potencia no se utilizan materiales directos para su realización a excepción de la prueba de número de neutralización, como se muestra a continuación:

1. Número de neutralización (acidez)

Tabla 156 Materiales directos de producción para la prueba de Acidez

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	DEMANDA UNIDADES	EN	COSTO ANUAL
Solución de tolueno	1	\$13.75		6	\$82.50
Solución alcohólica de hidróxido de potasio	1	\$69.50		1	\$69.50
Papel termino	1	\$1.19		30	\$35.70
Total					\$187.70

Nota: Elaboración propia

Las demás pruebas ofertadas por el Laboratorio de Potencia incurren únicamente en gastos de energía eléctrica por los equipos utilizados para llevar a cabo cada prueba. El costo del consumo de energía eléctrica se detalla en el apartado de costos de suministros de producción.

COSTO DE MATERIALES INDIRECTOS

Para el desarrollo de procesos productivos en el laboratorio de potencia no se requiere el uso de materiales indirectos de fabricación, debido a esto no se incluye este rubro en el análisis de costos de producción.

COSTOS DE SUMINISTROS DE PRODUCCIÓN

Este apartado se refiere al consumo de energía eléctrica y agua para las actividades del Laboratorio de Potencia necesarias para los procesos productivo del Laboratorio.

COSTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El análisis del costo de energía eléctrica constituye un aspecto crucial para las operaciones del laboratorio. Inicialmente, se lleva a cabo el cálculo detallado de la energía mensual consumida por cada dispositivo y equipo presentes en el laboratorio. Este proceso implica la determinación de la potencia específica de cada elemento. Posteriormente, se procede a multiplicar este valor por el número de horas de funcionamiento estimadas para cada equipo, de acuerdo con las previsiones de demanda de los servicios del laboratorio que fueron establecidas durante la fase de diseño. Este enfoque sistemático no solo proporciona una visión precisa del consumo energético de cada componente del laboratorio, sino que también sienta las bases para una gestión eficiente de los recursos y una planificación estratégica de las actividades del laboratorio en términos de consumo eléctrico.

Tabla 157 Energía eléctrica consumida por el laboratorio de potencia

PRUEBA	MAQUINARIA O EQUIPO	POTENCIA (WATTS)	POTENCIA (KW)	HORAS TRABAJADAS EN EL AÑO 1
MAQUINARIA Y EQUIPO				
Rigidez dieléctrica	Equipo de pruebas dieléctricas	2000	2	31.12
Factor de potencia	Medidor de factor de potencia	480	0.48	114.09
Determinación de color	Colorímetro	100	0.1	27.01
Número de neutralización	-	-	0	33.34
Inspección visual	-	-	0	51.04
Impulso de tipo rayo	Generador de Impulso tipo Rayo	400000	400	6.68
EQUIPO DE OFICINA				
-	Teléfono	10	0.01	1824
-	Computadora	200	0.2	1824
-	Impresora	197	0.197	1824

Nota: Elaboración propia

Tabla 158 Energía eléctrica anual consumida por el Laboratorio de Potencia

PRUEBA	MAQUINARIA	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
MAQUINARIA Y EQUIPO						
Rigidez dieléctrica	Equipo de pruebas dieléctricas	62.25	65.59	65.59	65.59	65.59
Factor de potencia	Medidor de factor de potencia	54.76	55.56	55.56	55.56	55.56
Determinación de color	Colorímetro	2.70	2.87	2.87	2.87	2.87
Número de neutralización		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Inspección visual		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Impulso de tipo rayo	Generador de Impulso tipo Rayo	2672.00	2672.00	2672.00	2672.00	2672.00
CONSUMO DE ENERGÍA		2791.71	2796.02	2796.02	2796.02	2796.02
EQUIPO DE OFICINA						
Teléfono		18.24	18.24	18.24	18.24	18.24
Computadora		364.8	364.8	364.8	364.8	364.8
Impresora		359.3	359.3	359.3	359.3	359.3
CONSUMO DE ENERGÍA		742.37	742.37	742.37	742.37	742.37

Nota: Elaboración propia

Tabla 159 Resumen anual del gasto energético

PRUEBA	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
MAQUINARIA Y EQUIPO	2791.71	2796.02	2796.02	2796.02	2796.02
EQUIPO DE OFICINA	742.37	742.37	742.37	742.37	742.37
	3534.08	3538.39	3538.39	3538.39	3538.39

Nota: Elaboración propia

El cálculo exhaustivo del consumo de energía no puede pasar por alto la contribución del sistema de alumbrado del Laboratorio. El procedimiento para evaluar este consumo sigue una metodología similar a la empleada para la maquinaria y el equipo.

Tabla 160 Electricidad consumida por el sistema de alumbrado

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA (WATTS)	POTENCIA (KW)	HORAS AL DÍA	HORAS AL MES	ELECTRICIDAD CONSUMIDA POR MES
Sistema de alumbrado	1	1200	1.2	8	152	182.40

Nota: Elaboración propia

Basándonos en los datos recopilados y utilizando la metodología detallada en la estimación del consumo de energía, junto con los cargos por suministro de energía establecidos en el pliego tarifario de CAESS, vigentes desde el 15 de octubre de 2023, procedemos al cálculo del cargo mensual promedio de energía eléctrica. cálculos se llevan a cabo tanto para el primer año.

Tabla 161 Resumen de la energía eléctrica consumida

DESCRIPCIÓN	CONSUMO (KWh/mes) AÑO 1	CONSUMO (KWh/mes) AÑO 2 - 5
Maquinas/equipos de pruebas	2791.71	2796.02
Equipo de oficina	742.37	742.37
Alumbrado	2188.8	2188.8
Variaciones 20%	1144.6	1145.4
CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA LABORATORIO DE POTENCIA	6867.5	6872.6

Nota: Elaboración propia

El cálculo del monto de energía eléctrica mensual se realizó tomando en cuenta los precios para suministro eléctrico en horario resto (05:00 a las 17:59), según lo especifica el proveedor en el documento de pliego tarifario.

Tabla 162 Monto total (en dólares) del consumo de energía

AÑO	CONSUMO ANUAL ESTIMADO (kWh/año)	CARGO DE COMERCIALIZACIÓN	MONTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA ANUAL	IVA 13%	MONTO TOTAL DE CONSUMO DE ENERGÍA ANUAL
AÑO 1	6867.5	\$0.12708	\$872.74	\$113.46	\$986.20
AÑO 2	6872.6	\$0.12708	\$873.40	\$113.54	\$986.94
AÑO 3	6872.6	\$0.12708	\$873.40	\$113.54	\$986.94
AÑO 4	6872.6	\$0.12708	\$873.40	\$113.54	\$986.94
AÑO 5	6872.6	\$0.12708	\$873.40	\$113.54	\$986.94

Nota: Elaboración propia

Se conoce de esta forma que el total anual de costos generados del consumo de energía eléctrica para el laboratorio de fabricación digital asciende a \$986.20 para el año 1, a partir del año 2 los costos por consumo de energía eléctrica ascienden a \$986.94.

COSTOS DE AGUA POTABLE

Tabla 163 Costo anual asociado al uso de agua potable

Consumo Diario Estimado (m3)	Consumo mensual estimado (m3)	Tarifa de acueducto	Tarifa de alcantarillado	Tarifa mensual	Costo Anual
1	20	0.90	\$5.00	\$23.00	\$276.00

Nota: Elaboración propia

Tabla 164 Resumen del costo del uso de agua potable para 5 años

Año	1	2	3	4	5
Consumo de agua potable	\$276.00	\$276.00	\$276.00	\$276.00	\$276.00

TOTAL	\$276.00	\$276.00	\$276.00	\$276.00	\$276.00

Nota: Elaboración propia

1.3.5.3 Depreciación de maquinaria y equipo de producción

En este apartado, se llevará a cabo un desglose exhaustivo de todos los costos asociados a la maquinaria y equipo de producción. Estos costos se integrarán al valor en forma de depreciación, con estimaciones realizadas de manera anual. En el primer año, dicha depreciación se distribuirá de manera uniforme a lo largo de los doce meses. El equipo utilizado se clasifica en diversas categorías, como las siguientes:

1. Obra civil
2. Maquinaria y equipo
3. Equipo de oficina
4. Manejo de materiales
5. Insumos e instrumentos de limpieza

Para determinar la depreciación de las maquinarias y equipo, se toman en consideración los datos de vida útil establecidos por la Norma de Contabilidad Gubernamental referente a la depreciación de los bienes de larga duración. A continuación, se detallan dichos valores:

Tabla 165 Vida útil de los activos

Tipo de activo	Vida útil
Edificaciones y obras civiles	20 años
Maquinaria de producción	10 años
Otros bienes muebles	5 años
Insumos	2 años

Nota: Elaboración propia

Valor de rescate

En base a la Norma Internacional de Contabilidad 16¹² en el párrafo 53 expresa lo siguiente: “El importe depreciable de un activo se determina después de deducir su valor residual. En la práctica, el valor residual de un activo a menudo es insignificante, y por tanto irrelevante en el cálculo del importe depreciable.”

Para efectos de no suponer que los activos del Laboratorio no puedan tener un valor de rescate, se utilizó el método de la regla general que implica utilizar un porcentaje predeterminado del costo original del activo para determinar su valor de rescate. Por ejemplo, algunas empresas/instituciones pueden utilizar una regla general que establece que el valor de rescate de un activo es el 15% de su costo original. Por la razón antes mencionada, para este ejercicio el valor de salvamento de cada activo se ha definido del 15%.

Depreciación de línea recta

Para este análisis el método de depreciación a utilizar será el método de línea recta. En el método de línea recta se considera que la depreciación es una función de tiempo y no de uso. Este método supone que la depreciación anual del activo fijo es la misma durante cada

¹² Fuente: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cr/Documents/audit/documentos/niif-2019/NIC%2016.pdf>

año de su vida útil. La depreciación acumulada crece cada año en una cantidad fija y el valor en libros disminuye en la misma cantidad. En muchas veces el más apropiado desde el punto de vista conceptual.

OBRA CIVIL

Tabla 166 Costo total de la obra civil

NATURALEZA DE LA OBRA	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
RUBROS QUE INCLUYEN MANO DE OBRA				
Ventana de Vidrio	Unidad	1	\$76.00	\$76.00
Placa de identificación del Laboratorio de Potencia	UNIDAD	1	\$70.00	\$70.00
TOTAL				\$146.00

Nota: Elaboración propia

Tabla 167 Depreciación anual de obra civil

COSTO TOTAL (\$)	VIDA ÚTIL (AÑOS)	VALOR DE SALVAMENTO (15%)	VALOR A DEPRECIAR	DEPRECIACIÓN ANUAL
RUBROS QUE INCLUYEN MANO DE OBRA				
\$76.00	20	\$11.40	\$64.60	\$3.23
\$70.00	20	\$10.50	\$59.50	\$2.98
\$146.00				\$6.21

Nota: Elaboración propia

DEPRECIACIÓN ACUMULADA OBRA CIVIL

Tabla 168 Depreciación acumulada de la obra civil para los primeros 5 años

AÑO	1	2	3	4	5
EQUIPO					
Ventana de Vidrio	\$3.23	\$6.46	\$9.69	\$12.92	\$16.15

Placa de identificación del Laboratorio de Potencia	\$2.98	\$5.95	\$8.93	\$11.90	\$14.88
TOTAL	\$6.21	\$12.41	\$18.62	\$24.82	\$31.03

Nota: La tabla completa de depreciación acumulada de la obra civil se encuentra en los anexos. Elaboración propia

EQUIPOS DE PRODUCCIÓN

Se refiere a todas las herramientas/equipos necesarios para poder llevar a cabo los servicios ofrecidos por el Laboratorio de Potencia.

Tabla 169 Costo total de los equipos de producción

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	FLETES IMPUESTOS (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Probador de Rigidez Dieléctrica	1	\$2,000.00	\$260.00	\$2,260.00
Medidor de factor de potencia de aislamiento	1	\$2,000.00	\$260.00	\$2,260.00
Lámpara de bolsillo	2	\$38.90	-	\$77.80
Colorímetro	1	\$2,000.00	\$260.00	\$2,260.00
Kit de pruebas en situ TITRA-LUBE TAN	80	\$663.79	\$86.29	\$750.09
Generador de Impulsos de Tipo Rayo	1	\$20,000.00	\$2,600.00	\$22,600.00
TOTAL				\$30,207.89

Nota: Elaboración propia

Tabla 170 Depreciación anual de los equipos de producción

COSTO TOTAL (\$)	VIDA (AÑOS)	ÚTIL	VALOR DE SALVAMENTO (15%)	VALOR A DEPRECIAR	DEPRECIACIÓN ANUAL
\$2,260.00	5		\$339.00	\$1,921.00	\$384.20
\$2,260.00	5		\$339.00	\$1,921.00	\$384.20
\$77.80	5		\$11.67	\$66.13	\$13.23
\$2,260.00	5		\$339.00	\$1,921.00	\$384.20
\$750.09	5		\$112.51	\$637.58	\$127.52
\$22,600.00	5		\$3,390.00	\$19,210.00	\$3,842.00
\$30,207.89			\$4,531.18	\$25,676.71	\$5,135.34

Nota: Elaboración propia

DEPRECIACIÓN ACUMULADA DE EQUIPO DE PRODUCCIÓN

La depreciación de equipo de producción para un periodo de 10 años se presenta a continuación:

Tabla 171 Depreciación acumulada del equipo de producción del año 1 al 5

AÑO	1	2	3	4	5
Probador de Rigidez Dieléctrica	\$384.20	\$768.40	\$1,152.60	\$1,536.80	\$1,921.00
Medidor de factor de potencia de aislamiento	\$384.20	\$768.40	\$1,152.60	\$1,536.80	\$1,921.00
Lámpara de bolsillo	\$13.23	\$26.45	\$39.68	\$52.90	\$66.13
Colorímetro	\$384.20	\$768.40	\$1,152.60	\$1,536.80	\$1,921.00
Kit de pruebas en situ TITRA-LUBE TAN	\$127.52	\$255.03	\$382.55	\$510.06	\$637.58
Generador de Impulsos de Tipo Rayo	\$3,842.00	\$7,684.00	\$11,526.00	\$15,368.00	\$19,210.00
TOTAL	\$5,135.34	\$10,270.68	\$15,406.02	\$20,541.37	\$25,676.71

Nota: Elaboración propia

Tabla 172 Depreciación acumulada del equipo de producción del año 6 al 10

AÑO	6	7	8	9	10
Probador de Rigidez Dieléctrica	\$2,305.20	\$2,689.40	\$3,073.60	\$3,457.80	\$3,842.00
Medidor de factor de potencia de aislamiento	\$2,305.20	\$2,689.40	\$3,073.60	\$3,457.80	\$3,842.00
Lámpara de bolsillo	\$79.36	\$92.58	\$105.81	\$119.03	\$132.26
Colorímetro	\$2,305.20	\$2,689.40	\$3,073.60	\$3,457.80	\$3,842.00
Kit de pruebas en situ TITRA-LUBE TAN	\$765.09	\$892.61	\$1,020.12	\$1,147.64	\$1,275.15
Generador de Impulsos de Tipo Rayo	\$23,052.00	\$26,894.00	\$30,736.00	\$34,578.00	\$38,420.00
TOTAL	\$30,812.05	\$35,947.39	\$41,082.73	\$46,218.07	\$51,353.41

Nota: Elaboración propia

MOBILIARIO DE ÁREA PRODUCTIVA

Se refiere a todos los muebles y/o mobiliario necesario en el área de producción del servicio para poder llevar a cabo las distintas actividades en el Laboratorio de Potencia.

Tabla 173 Costo total del área productiva

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Mesas para equipo de pruebas	5	\$228.99	\$1,144.95
Módulo de computadora	3	\$119.00	\$357.00
Silla	4	\$35.00	\$140.00
Computadora de trabajo	3	\$1,049.00	\$3,147.00
Pizarra acrílica con rodos	2	\$230.00	\$460.00
Mesa de apoyo	1	\$69.00	\$69.00
Mesa estilo ejecutiva	2	\$325.00	\$650.00
Sillas	20	\$35.00	\$700.00
Casillero de 6 puertas con llave	1	\$399.95	\$399.95
Proyector	1	\$149.00	\$149.00
Laptop	1	\$999.00	\$999.00
Marcador para pizarra	10	\$6.60	\$66.00
Estante Acero de uso pesado	1	\$74.90	\$74.90
TOTAL			\$8,356.80

Nota: Elaboración propia

Tabla 174 Depreciación anual del área productiva

DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL (\$)	VIDA UTIL (AÑOS)	VALOR DE SALVAMENTO (15%)	VALOR A DEPRECIAR	DEPRECIACIÓN ANUAL
Mesas para equipo de pruebas	\$1,144.95	10	\$171.74	\$973.21	\$97.32
Módulo de computadora	\$357.00	10	\$53.55	\$303.45	\$30.35
Silla	\$140.00	10	\$21.00	\$119.00	\$11.90
Computadora de trabajo	\$3,147.00	10	\$472.05	\$2,674.95	\$267.50
Pizarra acrílica con rodos	\$460.00	10	\$69.00	\$391.00	\$39.10
Mesa de apoyo	\$69.00	10	\$10.35	\$58.65	\$5.87
Mesa estilo ejecutiva	\$650.00	10	\$97.50	\$552.50	\$55.25
Sillas	\$700.00	10	\$105.00	\$595.00	\$59.50
Casillero de 6 puertas con llave	\$399.95	10	\$59.99	\$339.96	\$34.00
Proyector	\$149.00	10	\$22.35	\$126.65	\$12.67

Laptop	\$999.00	10	\$149.85	\$849.15	\$84.92
Marcador para pizarra	\$66.00	10	\$9.90	\$56.10	\$5.61
Estante Acero de uso pesado	\$74.90	10	\$11.24	\$63.67	\$6.37
TOTAL	\$8,356.80		\$1,253.52	\$7,103.28	\$710.33

Nota: Elaboración propia

DEPRECIACIÓN ACUMULADA DEL MOBILIARIO DE ÁREA DE PRODUCCIÓN

Tabla 175 Depreciación acumulada de mobiliario del área de producción del año 1 al 5

AÑO	1	2	3	4	5
Mesas para equipo de pruebas	\$97.32	\$194.64	\$291.96	\$389.28	\$486.60
Módulo de computadora	\$30.35	\$60.69	\$91.04	\$121.38	\$151.73
Silla	\$11.90	\$23.80	\$35.70	\$47.60	\$59.50
Computadora de trabajo	\$267.50	\$534.99	\$802.49	\$1,069.98	\$1,337.48
Pizarra acrílica con rodos	\$39.10	\$78.20	\$117.30	\$156.40	\$195.50
Mesa de apoyo	\$5.87	\$11.73	\$17.60	\$23.46	\$29.33
Mesa estilo ejecutiva	\$55.25	\$110.50	\$165.75	\$221.00	\$276.25
Sillas	\$59.50	\$119.00	\$178.50	\$238.00	\$297.50
Casillero de 6 puertas con llave	\$34.00	\$67.99	\$101.99	\$135.98	\$169.98
Proyector	\$12.67	\$25.33	\$38.00	\$50.66	\$63.33
Laptop	\$84.92	\$169.83	\$254.75	\$339.66	\$424.58
Marcador para pizarra	\$5.61	\$11.22	\$16.83	\$22.44	\$28.05
Estante Acero de uso pesado	\$6.37	\$12.73	\$19.10	\$25.47	\$31.83
TOTAL	\$710.33	\$1,420.66	\$2,130.98	\$2,841.31	\$3,551.64

Nota: Elaboración propia

Tabla 176 Depreciación acumulada de mobiliario del área de producción del año 6 al 10

AÑO	6	7	8	9	10
Mesas para equipo de pruebas	\$583.92	\$681.25	\$778.57	\$875.89	\$973.21
Módulo de computadora	\$182.07	\$212.42	\$242.76	\$273.11	\$303.45
Silla	\$71.40	\$83.30	\$95.20	\$107.10	\$119.00

Computadora de trabajo	\$1,604.97	\$1,872.47	\$2,139.96	\$2,407.46	\$2,674.95
Pizarra acrílica con rodos	\$234.60	\$273.70	\$312.80	\$351.90	\$391.00
Mesa de apoyo	\$35.19	\$41.06	\$46.92	\$52.79	\$58.65
Mesa estilo ejecutiva	\$331.50	\$386.75	\$442.00	\$497.25	\$552.50
Sillas	\$357.00	\$416.50	\$476.00	\$535.50	\$595.00
Casillero de 6 puertas con llave	\$203.97	\$237.97	\$271.97	\$305.96	\$339.96
Proyector	\$75.99	\$88.66	\$101.32	\$113.99	\$126.65
Laptop	\$509.49	\$594.41	\$679.32	\$764.24	\$849.15
Marcador para pizarra	\$33.66	\$39.27	\$44.88	\$50.49	\$56.10
Estante Acero de uso pesado	\$38.20	\$44.57	\$50.93	\$57.30	\$63.67
TOTAL	\$4,261.97	\$4,972.30	\$5,682.62	\$6,392.95	\$7,103.28

Nota: Elaboración propia

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

Se refiere a los equipos de protección personal (EPP) necesarios para garantizar la seguridad de los colaboradores del Laboratorio llevando a cabo las actividades diarias del Laboratorio de Potencia.

Tabla 177 Costo total de EPP

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Extintor abc 10 libras	3	\$37.00	\$111.00
Botiquín de primeros auxilios	1	\$19.50	\$19.50
Estante para EPP	1	\$74.90	\$74.90
Lentes de seguridad	3	\$2.05	\$6.15
Careta protectora	3	\$21.70	\$65.10
Gabacha	3	\$37.00	\$111.00
Guantes aislantes	3	\$5.10	\$15.30
Zapatos aislantes	3	\$24.95	\$74.85
TOTAL			\$477.80

Nota: Elaboración propia

Tabla 178 Depreciación anual de EPP

DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL (\$)	VIDA ÚTIL (AÑOS)	VALOR DE SALVAMENTO (15%)	VALOR A DEPRECIAR	DEPRECIACIÓN ANUAL

Extintor abc 10 libras	\$111.00	2	\$16.65	\$94.35	\$47.18
Botiquín de primeros auxilios	\$19.50	2	\$2.93	\$16.58	\$8.29
Estante para EPP	\$74.90	2	\$11.24	\$63.67	\$31.83
Lentes de seguridad	\$6.15	2	\$0.92	\$5.23	\$2.61
Careta protectora	\$65.10	2	\$9.77	\$55.34	\$27.67
Gabacha	\$111.00	2	\$16.65	\$94.35	\$47.18
Guantes aislantes	\$15.30	2	\$2.30	\$13.01	\$6.50
Zapatos aislantes	\$74.85	2	\$11.23	\$63.62	\$31.81
TOTAL	\$477.80		\$71.67	\$406.13	\$203.07

Nota: Elaboración propia

DEPRECIACIÓN ACUMULADA DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

La depreciación del equipo de protección personal para un periodo de 5 años se presenta a continuación:

Tabla 179 Depreciación acumulada del EPP

AÑO	1	2
Extintor abc 10 libras	\$47.18	\$94.35
Botiquín de primeros auxilios	\$8.29	\$16.58
Estante para EPP	\$31.83	\$63.67
Lentes de seguridad	\$2.61	\$5.23
Careta protectora	\$27.67	\$55.34
Gabacha	\$47.18	\$94.35
Guantes aislantes	\$6.50	\$13.01
Zapatos aislantes	\$31.81	\$63.62
TOTAL	\$203.07	\$406.13

Nota: Elaboración propia

EQUIPO DE MANEJO DE MATERIALES

Se refiere a los equipos para manejo de materiales necesarios para llevar a cabo las actividades diarias del Laboratorio de Potencia.

Tabla 180 Costo total del equipo de manejo de materiales

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL (\$)
Montacargas manual	1	\$450.00	\$450.00
Montacargas manual hidráulico	1	\$1,500.00	\$1,500.00
TOTAL			\$1,950.00

Nota: Elaboración propia

Tabla 181 Depreciación del equipo de manejo de materiales

DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL (\$)	VIDA ÚTIL (AÑOS)	VALOR DE SALVAMENTO (15%)	VALOR A DEPRECIAR	DEPRECIACIÓN ANUAL
Montacargas manual	\$450.00	10	\$67.50	\$382.50	\$38.25
Montacargas manual hidráulico	\$1,500.00	10	\$225.00	\$1,275.00	\$127.50
TOTAL	\$1,950.00		\$292.50	\$1,657.50	\$165.75

Nota: Elaboración propia

DEPRECIACIÓN ACUMULADA DE LOS EQUIPOS DE MANEJO DE MATERIALES

Se refiere a la depreciación del equipo de manejo de materiales para un periodo de 10 años, se presenta

Tabla 182 Depreciación acumulada del equipo de manejo de materiales del año 1 al 5

AÑO	1	2	3	4	5
Montacargas manual	\$38.25	\$76.50	\$114.75	\$153.00	\$191.25
Montacargas manual hidráulico	\$127.50	\$255.00	\$382.50	\$510.00	\$637.50
TOTAL	\$165.75	\$331.50	\$382.50	\$510.00	\$637.50

Nota: Elaboración propia

Tabla 183 Depreciación acumulada del equipo de manejo de materiales del año 6 al 7

AÑO	6	7	8	9	10
Montacargas manual	\$229.50	\$267.75	\$306.00	\$344.25	\$382.50
Montacargas manual hidráulico	\$765.00	\$892.50	\$1,020.00	\$1,147.50	\$1,275.00
TOTAL	\$765.00	\$892.50	\$1,020.00	\$1,147.50	\$1,275.00

Nota: Elaboración propia

Tabla 184 Total anual de la depreciación de los costos de producción

RUBRO	AÑO 1
Mano de obra directa	\$ 28,163.50
Materiales directos	\$ 188.89
Energía eléctrica	\$ 565.27
Agua potable	\$ 276.00
Depreciación de obra civil	\$ 12.41
Depreciación de maquinaria y equipo de producción	\$ 2,567.67
Depreciación de mobiliario de producción	\$ 710.33
Depreciación de equipo e insumos de higiene y seguridad	\$ 203.07

Depreciación de equipo de manejo de materiales	\$ 165.75
TOTAL	\$ 32,852.88

Nota: Elaboración propia

RESUMEN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA EL LABORATORIO DE POTENCIA AÑOS 1 AL 5.

Tabla 185 Depreciación acumulada para los primeros 5 años de los costos de producción

RUBRO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Mano de obra directa	\$28,163.50	\$28,163.50	\$28,163.50	\$28,163.50	\$28,163.50
Materiales directos	\$188.89	\$188.89	\$188.89	\$188.89	\$188.89
Energía eléctrica	\$565.27	\$566.01	\$566.01	\$566.01	\$566.01
Agua potable	\$276.00	\$276.00	\$276.00	\$276.00	\$276.00
Depreciación de obra civil	\$12.41	\$12.41	\$12.41	\$12.41	\$12.41
Depreciación de maquinaria y equipo de producción	\$2,567.67	\$2,567.67	\$2,567.67	\$2,567.67	\$2,567.67
Depreciación de mobiliario de producción	\$710.33	\$710.33	\$710.33	\$710.33	\$710.33
Depreciación de equipo e insumos de higiene y seguridad	\$203.07	\$203.07	\$203.07	\$203.07	\$203.07
Depreciación de equipo de manejo de materiales	\$165.75	\$165.75	\$165.75	\$165.75	\$165.75
TOTAL	\$32,852.88	\$32,853.63	\$32,853.63	\$32,853.63	\$32,853.63

Nota: Elaboración propia

COSTOS DE COMERCIALIZACIÓN

Son costos asociados con la promoción y venta de los servicios y forman una parte integral de las estrategias de comercialización vistas en la etapa de diseño así como las estrategias futuras para el laboratorio.

SALARIO DE PERSONAL DE COMERCIALIZACIÓN

Debido a que estas actividades están asignadas al Jefe de Laboratorio y al Auxiliar del Laboratorio, no se incluirá el pago de salarios en este análisis ya que se volvería redundante y podría causar confusión y errores en los cálculos.

MATERIAL PUBLICITARIO

Este rubro incluye los costos en los que se incurrirá para promocionar los servicios del laboratorio a la comunidad universitaria y empresas distribuidoras de energía.

Tabla 186 Costo anual de material publicitario

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Anual
Impresión 3D del Imagotipo	2	\$25.00	\$50.00
Paquete de 100 tarjetas de presentación a dos caras	1	\$7.99	\$7.99
Folders	50	\$1.25	\$62.50
Lapiceros	20	\$1.44	\$28.80
TOTAL			\$149.29

Nota: Elaboración propia

Tabla 187 Desglose para los primeros cinco años del material publicitario

Año	1	2	3	4	5
Impresión 3D del Imagotipo	\$50.00	-	-	-	-
Paquete de 100 tarjetas de presentación a dos caras	\$7.99	\$7.99	\$7.99	\$7.99	\$7.99
Folders	\$62.50	\$62.50	\$62.50	\$62.50	\$62.50
Lapiceros	\$28.80	\$28.80	\$28.80	\$28.80	\$28.80
TOTAL	\$149.29	\$99.29	\$99.29	\$99.29	\$99.29

Nota: Elaboración propia

1.3.7 Costos administrativos

COSTOS ADMINISTRATIVOS

Los costos administrativos son aquellos relacionados con la gestión y supervisión del Laboratorio. Incluyen salarios del personal administrativo, suministros de oficina, tecnología y otros gastos asociados con las funciones administrativas. Estos costos no están directamente vinculados a la producción de bienes o servicios, pero son esenciales para el funcionamiento eficiente y la toma de decisiones dentro de la empresa.

PAGO DE SALARIOS A PERSONAL ADMINISTRATIVO

Debido a que estas actividades están asignadas al Jefe de Laboratorio y al Auxiliar del Laboratorio, no se incluirá el pago de salarios en este análisis ya que se volvería redundante y podría causar confusión y errores en los cálculos.

EQUIPO Y MOBILIARIO DE ADMINISTRACIÓN

Tabla 188 Depreciación anual del equipo y mobiliario de administración

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL (\$)	VIDA ÚTIL (AÑOS)	VALOR DE SALVAMENTO (15%)	VALOR A DEPRECIAR	DEPRECIACIÓN ANUAL
Módulo de computadora	1	\$119.00	\$119.00	10	\$17.85	\$101.15	\$10.12
Silla	1	\$35.00	\$35.00	10	\$5.25	\$29.75	\$2.98
Computadora de trabajo	1	\$700.00	\$700.00	10	\$105.00	\$595.00	\$59.50
Estante Acero de uso pesado	1	\$74.90	\$74.90	10	\$11.24	\$63.67	\$6.37
Dispensador de agua 3 temperaturas	1	\$175.00	\$175.00	10	\$26.25	\$148.75	\$14.88
Mesa para impresora	1	\$69.00	\$69.00	10	\$10.35	\$58.65	\$5.87
Impresora EPSON L3250	1	\$239.99	\$239.99	10	\$36.00	\$203.99	\$20.40
Organizador de escritorio	1	\$12.90	\$12.90	10	\$1.94	\$10.97	\$1.10
Basurero metálico calado sin tapa	3	\$9.90	\$29.70	10	\$4.46	\$25.25	\$2.52
TOTAL			\$1,455.49		\$218.32	\$1,237.17	\$123.72

Nota: Elaboración propia

DEPRECIACIÓN ACUMULADA DE EQUIPO Y MOBILIARIO DE ADMINISTRACIÓN

En este apartado se engloba la depreciación de los equipos y mobiliario esenciales para llevar a cabo las labores administrativas en el laboratorio, ya que estos aspectos no fueron considerados en la evaluación previa de los costos de producción.

Tabla 189 Depreciación acumulada de mobiliario y equipo de administración

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Módulo de computadora	\$10.12	\$20.23	\$30.35	\$40.46	\$50.58	\$60.69	\$70.81	\$80.92	\$91.04	\$101.15
Silla	\$2.98	\$5.95	\$8.93	\$11.90	\$14.88	\$17.85	\$20.83	\$23.80	\$26.78	\$29.75
Computadora de trabajo	\$59.50	\$119.00	\$178.50	\$238.00	\$297.50	\$357.00	\$416.50	\$476.00	\$535.50	\$595.00
Estante Acero de uso pesado	\$6.37	\$12.73	\$19.10	\$25.47	\$31.83	\$38.20	\$44.57	\$50.93	\$57.30	\$63.67
Dispensador de agua 3 temperaturas	\$14.88	\$29.75	\$44.63	\$59.50	\$74.38	\$89.25	\$104.13	\$119.00	\$133.88	\$148.75
Mesa para impresora	\$5.87	\$11.73	\$17.60	\$23.46	\$29.33	\$35.19	\$41.06	\$46.92	\$52.79	\$58.65
Impresora EPSON L3250	\$20.40	\$40.80	\$61.20	\$81.60	\$102.00	\$122.39	\$142.79	\$163.19	\$183.59	\$203.99
Organizador de escritorio	\$1.10	\$2.19	\$3.29	\$4.39	\$5.48	\$6.58	\$7.68	\$8.77	\$9.87	\$10.97
Basurero metálico calado sin tapa	\$2.52	\$5.05	\$7.57	\$10.10	\$12.62	\$15.15	\$17.67	\$20.20	\$22.72	\$25.25
TOTAL	\$123.72	\$247.43	\$371.15	\$494.87	\$618.58	\$742.30	\$866.02	\$989.73	\$1,113.45	\$1,237.17

Nota: Elaboración propia

SUMINISTROS ADMINISTRATIVOS

Este rubro abarca todos los elementos necesarios para la ejecución de las funciones administrativas, incluyendo suministros de oficina y materiales de papelería. Estos costos mensuales se consideran consistentes a lo largo del tiempo, tal y como se presenta a continuación:

Tabla 190 Costos anual de suministros administrativos

Equipo	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Costo Anual
HP Papel para copiado 10 unidades /5,000 hojas	1	\$49.99	\$49.99	\$49.99
Caja de clips (100 unidades)	1	\$0.75	\$0.75	\$0.75
Folder tamaño carta (100 unidades)	1	\$9.90	\$9.90	\$9.90
Marcador de pizarra	12	\$4.90	\$58.80	\$58.80
Borrador de pizarra	4	\$1.60	\$6.40	\$6.40
Mopa	1	\$18.90	\$18.90	\$18.90
Escoba	1	\$2.00	\$2.00	\$2.00
Organizador multiusos 2 espacios y gancho	1	\$4.80	\$4.80	\$4.80
Desinfectante	10	\$9.79	\$97.90	\$97.90
Recipiente de Basura (Baño)	1	\$29.50	\$29.50	\$29.50
TOTAL				\$278.94

Nota: Elaboración propia

Tabla 191 Resumen de a 5 años de los costos anuales de los insumos administrativos

Año	1	2	3	4	5
HP Papel para copiado 10 unidades /5,000 hojas	\$49.99	\$49.99	\$49.99	\$49.99	\$49.99
Caja de clips (100 unidades)	\$0.75	\$0.75	\$0.75	\$0.75	\$0.75
Folder tamaño carta (100 unidades)	\$9.90	\$9.90	\$9.90	\$9.90	\$9.90
Marcador de pizarra	\$58.80	\$58.80	\$58.80	\$58.80	\$58.80
Borrador de pizarra	\$6.40	\$6.40	\$6.40	\$6.40	\$6.40
Mopa	\$18.90	\$18.90	\$18.90	\$18.90	\$18.90
Escoba	\$2.00	\$2.00	\$2.00	\$2.00	\$2.00
Organizador multiusos 2 espacios y gancho	\$4.80	\$4.80	\$4.80	\$4.80	\$4.80

Desinfectante	\$97.90	\$97.90	\$97.90	\$97.90	\$97.90
Recipiente de Basura (Baño)	\$29.50	\$29.50	\$29.50	\$29.50	\$29.50
TOTAL	\$278.94	\$278.94	\$278.94	\$278.94	\$278.94

Nota: Elaboración propia

AMORTIZACIÓN DE LA INVERSIÓN FIJA INTANGIBLE

Este rubro se contemplan los costos derivados de las inversiones fijas intangibles, incluyendo la amortización de los costos del estudio de factibilidad y la administración del proyecto, cuyo resultado se detalla a continuación:

Tabla 192 Amortización anual de la inversión fija intangible

Año	TOTAL	AMORTIZACIÓN ANUAL
Investigación y estudios previos	\$5,919.00	\$1,183.80
Administración del proyecto	\$9,600.00	\$1,920.00
Total	\$15,519.00	\$3,103.80

Nota: Elaboración propia

A continuación, se subrayan la distribución y acumulación de los costos a lo largo del tiempo, brindando una visión clara de la amortización de la inversión fija intangible del proyecto.

Tabla 193 Amortización acumulada de la inversión fija intangible

Año	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Investigación y estudios previos	\$1,183.80	\$1,183.80	\$1,183.80	\$1,183.80	\$1,183.80
Administración del proyecto	\$1,920.00	\$1,920.00	\$1,920.00	\$1,920.00	\$1,920.00
Total	\$3,103.80	\$3,103.80	\$3,103.80	\$3,103.80	\$3,103.80

Nota: Elaboración propia

RESUMEN DE LOS COSTOS ADMINISTRATIVOS PARA EL AÑO 1

Tabla 194 Resumen de los costos administrativos para el año 1

RUBRO	COSTO ANUAL
Depreciación de equipo y mobiliario de administración	\$153.38
Suministros de la administración	\$278.94
Amortización de la inversión intangible fija	\$1,163.14
TOTAL	\$1,595.46

Nota: Elaboración propia

En el primer año, los costos administrativos ascienden a un total de \$1,595.46 compuesto por los 3 rubros analizados, brindando una visión simplificada de los recursos financieros necesarios para la gestión y funcionamiento del área administrativa.

RESUMEN DE LOS COSTOS ANUALES

Tabla 195 Resumen de los costos anuales a 10 años

RUBRO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	TOTAL
COSTOS DE PRODUCCIÓN	\$ 32,852.88	\$ 32,853.63	\$ 32,853.63	\$ 32,853.63	\$ 32,853.63	\$ 164,267.39
COSTOS DE COMERCIALIZACIÓN	\$ 149.29	\$ 99.29	\$ 99.29	\$ 99.29	\$ 99.29	\$ 546.45
COSTOS ADMINISTRATIVOS	\$ 1,595.46	\$ 1,595.46	\$ 1,595.46	\$ 1,595.46	\$ 1,595.46	\$ 7,977.30
TOTAL \$	\$ 34,597.63	\$ 34,548.38	\$ 34,548.38	\$ 34,548.38	\$ 34,548.38	\$ 172,791.14

Nota: Elaboración propia

1.3.8 Costos financieros

Los gastos financieros engloban aquellos desembolsos asociados a los capitales adquiridos mediante préstamos. Estos incluyen los intereses derivados del crédito concedido por la entidad financiera, así como otros recargos institucionales. Por consiguiente, es esencial calcular la cuota anual destinada al reembolso de la deuda en caso de utilizar algún producto financiero de este tipo.

Conforme se detalla en la sección de financiamiento del proyecto, se anticipa que los recursos para la operación del laboratorio no dependerán de instituciones financieras, evitando así la generación de costos relacionados con su establecimiento y operatividad crediticia.

RESUMEN DE COSTOS TOTALES PARA EL LABORATORIO DE POTENCIA

Estos costos, conocidos también como costos de absorción, engloban la suma total de los diversos rubros de costos identificados. Una vez que se han totalizado los distintos componentes de los costos, se procede al cálculo de los costos totales. Este proceso se basa en la recopilación de datos provenientes de las tablas anteriores, que detallan los costos asociados a la producción, administración, comercialización y aspectos financieros. Para el primer año, el monto resultante de esta evaluación alcanza la cifra de \$34,598.63 como se ilustra en la tabla 55.

Este análisis integral proporciona una visión consolidada de los costos involucrados en diversas áreas operativas, estableciendo así una base sólida para la toma de decisiones estratégicas en el ámbito del proyecto.

Tabla 196 Costo total del proyecto en el año 1

RUBRO	AÑO 1
COSTOS DE PRODUCCIÓN	\$ 32,852.88
COSTOS DE COMERCIALIZACIÓN	\$ 149.29
COSTOS ADMINISTRATIVOS	\$ 1,595.46
TOTAL \$	\$ 34,597.63

Nota: Elaboración propia

Los costos totales para el laboratorio de potencia proyectado para cada año se presentan a continuación:

Tabla 197 Costos totales proyectados a 5 años

RUBRO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
COSTOS DE PRODUCCIÓN	\$32,852.88	\$32,853.63	\$32,853.63	\$32,853.63	\$32,853.63
COSTOS DE COMERCIALIZACIÓN	\$149.29	\$99.29	\$99.29	\$99.29	\$99.29
COSTOS ADMINISTRATIVOS	\$1,595.46	\$1,595.46	\$1,595.46	\$1,595.46	\$1,595.46
TOTAL \$	\$34,597.63	\$34,548.38	\$34,548.38	\$34,548.38	\$34,548.38

Nota: Elaboración propia

DETERMINACIÓN DE COSTOS FIJOS Y COSTOS VARIABLES DEL LABORATORIO

Antes de proceder con la estimación de los costos unitarios asociados a los servicios que se ofrecerán en el laboratorio, es imperativo llevar a cabo la clasificación de estos costos en categorías de fijos y variables. Esta categorización requiere el establecimiento de un criterio claro que guíe dicha clasificación. En el marco de este estudio, el criterio adoptado se basa en el comportamiento de los costos frente a las variaciones en los volúmenes de producción. Según este enfoque, se define como costos fijos aquellos que permanecen constantes independientemente de los cambios en los niveles de producción. En contraste, los costos variables son aquellos que fluctúan de acuerdo con las variaciones en los niveles de producción.

La siguiente presentación detalla la clasificación de los costos asociados a las actividades del laboratorio en estas dos categorías a lo largo de un período de 5 años.

Tabla 198 Costos Fijos y Variables del Laboratorio de Potencia año 1

	RUBRO	AÑO 1	
		VARIABLE	FIJO
COSTOS DE PRODUCCIÓN	TIPO DE COSTO		
	Mano de obra directa	-	\$ 28,163.50
	Materiales directos	\$ 188.89	
	Energía eléctrica	\$ 565.27	
	Agua potable	-	\$276.00
	Depreciación de obra civil	-	\$12.41
	Depreciación de maquinaria y equipo de producción	-	\$2,567.67
	Depreciación de mobiliario de producción	-	\$710.33
	Depreciación de equipo e insumos de higiene y seguridad	-	\$203.07
	Depreciación de equipo de manejo de materiales	-	\$165.75
	SUBTOTAL	\$ 754.16	\$ 32,098.72
COSTOS DE COMERCIALIZACIÓN	Impresión 3D del Imagotipo	-	\$50.00
	Paquete de 100 tarjetas de presentación a dos caras	-	\$7.99
	Folders	-	\$62.50
	Lapiceros	-	\$28.80
	SUBTOTAL	\$ -	\$ 149.29
COSTOS DE ADMINISTRACIÓN	Depreciación de equipo y mobiliario de administración	-	\$153.38
	Suministros de la administración	-	\$278.94
	Amortización de la inversión intangible fija	-	\$1,163.14
	SUBTOTAL	\$ -	\$ 1,595.46
TOTAL DE COSTOS DEL LABORATORIO DE POTENCIA		\$ 754.16	\$ 33,843.47

Nota: Elaboración propia

Tabla 199 Costos Fijos y Variables del Laboratorio de Potencia año 2

	RUBRO	AÑO 2	
	TIPO DE COSTO	VARIABLE	FIJO
COSTOS DE PRODUCCIÓN	Mano de obra directa	-	\$ 28,163.50
	Materiales directos	\$ 188.89	
	Energía eléctrica	\$ 566.01	
	Agua potable	-	\$276.00
	Depreciación de obra civil	-	\$12.41
	Depreciación de maquinaria y equipo de producción	-	\$2,567.67
	Depreciación de mobiliario de producción	-	\$710.33
	Depreciación de equipo e insumos de higiene y seguridad	-	\$203.07
	Depreciación de equipo de manejo de materiales	-	\$165.75
	SUBTOTAL	\$ 754.90	\$ 32,098.72
COSTOS DE COMERCIALIZACIÓN	Impresión 3D del Imagotipo	-	-
	Paquete de 100 tarjetas de presentación a dos caras	-	\$7.99
	Folders	-	\$62.50
	Lapiceros	-	\$28.80
	SUBTOTAL	\$ -	\$ 99.29
COSTOS DE ADMINISTRACIÓN	Depreciación de equipo y mobiliario de administración	-	\$153.38
	Suministros de la administración	-	\$278.94
	Amortización de la inversión intangible fija	-	\$1,163.14
	SUBTOTAL	\$ -	\$ 1,595.46
	TOTAL DE COSTOS DEL LABORATORIO DE POTENCIA	\$ 754.90	\$ 33,793.47

Nota: Elaboración propia

Tabla 200 Costos Fijos y Variables del Laboratorio de Potencia año 3

	RUBRO	AÑO 3	
	TIPO DE COSTO	VARIABLE	FIJO
COSTOS DE PRODUCCIÓN	Mano de obra directa		\$ 28,163.50
	Materiales directos	\$ 188.89	
	Energía eléctrica	\$ 566.01	
	Agua potable		\$ 276.00
	Depreciación de obra civil		\$ 12.41

	Depreciación de maquinaria y equipo de producción		\$ 2,567.67
	Depreciación de mobiliario de producción		\$ 710.33
	Depreciación de equipo e insumos de higiene y seguridad		\$ 203.07
	Depreciación de equipo de manejo de materiales		\$ 165.75
	SUBTOTAL	\$ 754.90	\$ 32,098.72
COSTOS DE COMERCIALIZACIÓN	Impresión 3D del Imagotipo		-
	Paquete de 100 tarjetas de presentación a dos caras		\$7.99
	Folders		\$62.50
	Lapiceros		\$28.80
	SUBTOTAL	\$ -	\$ 99.29
COSTOS DE ADMINISTRACIÓN	Depreciación de equipo y mobiliario de administración		\$153.38
	Suministros de la administración		\$278.94
	Amortización de la inversión intangible fija		\$1,163.14
	SUBTOTAL	\$ -	\$ 1,595.46
	TOTAL DE COSTOS DEL LABORATORIO DE POTENCIA	\$ 754.90	\$ 33,793.47

Nota: Elaboración propia

Tabla 201 Costos Fijos y Variables del Laboratorio de Potencia año 4

RUBRO	AÑO 4	
	VARIABLE	FIJO
COSTOS DE PRODUCCIÓN	TIPO DE COSTO	
	Mano de obra directa	\$ 28,163.50
	Materiales directos	\$ 188.89
	Energía eléctrica	\$ 566.01
	Agua potable	\$ 276.00
	Depreciación de obra civil	\$ 12.41
	Depreciación de maquinaria y equipo de producción	\$ 2,567.67
	Depreciación de mobiliario de producción	\$ 710.33
	Depreciación de equipo e insumos de higiene y seguridad	\$ 203.07
	Depreciación de equipo de manejo de materiales	\$ 165.75
	SUBTOTAL	\$ 754.90
	\$ 32,098.72	
COSTOS DE COMERCIALIZACIÓN	Impresión 3D del Imagotipo	-
	Paquete de 100 tarjetas de presentación a dos caras	\$7.99

	Folders		\$62.50
	Lapiceros		\$28.80
	SUBTOTAL	\$ -	\$ 99.29
COSTOS DE ADMINISTRACIÓN	Depreciación de equipo y mobiliario de administración		\$153.38
	Suministros de la administración		\$278.94
	Amortización de la inversión intangible fija		\$1,163.14
	SUBTOTAL	\$ -	\$ 1,595.46
	TOTAL DE COSTOS DEL LABORATORIO DE POTENCIA	\$ 754.90	\$ 33,793.47

Nota: Elaboración propia

Tabla 202 Costos Fijos y Variables del Laboratorio de Potencia año 5

	RUBRO	AÑO 5	
COSTOS DE PRODUCCIÓN	TIPO DE COSTO	VARIABLE	FIJO
	Mano de obra directa		\$ 28,163.50
	Materiales directos	\$ 188.89	
	Energía eléctrica	\$ 566.01	
	Agua potable		\$ 276.00
	Depreciación de obra civil		\$ 12.41
	Depreciación de maquinaria y equipo de producción		\$ 2,567.67
	Depreciación de mobiliario de producción		\$ 710.33
	Depreciación de equipo e insumos de higiene y seguridad		\$ 203.07
	Depreciación de equipo de manejo de materiales		\$ 165.75
	SUBTOTAL	\$ 754.90	\$ 32,098.72
COSTOS DE COMERCIALIZACIÓN	Impresión 3D del Imagotipo		-
	Paquete de 100 tarjetas de presentación a dos caras		\$7.99
	Folders		\$62.50
	Lapiceros		\$28.80
	SUBTOTAL	\$ -	\$ 99.29
COSTOS DE ADMINISTRACIÓN	Depreciación de equipo y mobiliario de administración		\$153.38
	Suministros de la administración		\$278.94
	Amortización de la inversión intangible fija		\$1,163.14
	SUBTOTAL	\$ -	\$ 1,595.46
	TOTAL DE COSTOS DEL LABORATORIO DE POTENCIA	\$ 754.90	\$ 33,793.47

Nota: Elaboración propia

COSTO UNITARIO DE LOS SERVICIOS

Una vez que se ha detallado la estructura de los costos fijos y variables relacionados con la implementación y operación del laboratorio de potencia, se procede al cálculo del costo unitario de cada uno de los servicios que serán ofrecidos. Este proceso se rige por la premisa de asignación a través del método de absorción, el cual distribuye proporcionalmente todos los costos incurridos sobre el total de los servicios prestados, reflejando estos costos en los precios establecidos.

Para lograr una asignación más precisa de los costos a cada servicio en el laboratorio, es imperativo desarrollar criterios que respalden esta asignación, estableciendo una relación significativa con los servicios que ofrecerá el Laboratorio de Potencia. La estimación de estos criterios se convierte en un componente clave para fundamentar la asignación proporcional de costos, asegurando una distribución equitativa y transparente en la fijación de precios para cada servicio ofrecido en el laboratorio.

ASIGNACIÓN DE PORCENTAJES DE COSTOS ADMINISTRATIVOS

La distribución de los costos administrativos para los servicios ofrecidos en el laboratorio se lleva a cabo considerando las funciones administrativas asignadas al personal, según lo detallado en el manual de funciones. En este proceso, se identifican y cuantifican las funciones administrativas relacionadas con los servicios. Luego, se calcula el porcentaje de actividades que son comunes a cada servicio con respecto al total de funciones analizadas, junto con el número de funciones compartidas. A continuación, se presentan los resultados obtenidos de este análisis.

$$\text{Porcentaje de Participación} = \left(\frac{\text{Total de cada ensayo}}{\text{Suma del total de cada ensayo}} \right) \times 100\%$$

Tabla 203 Porcentaje de participación de los ensayos en las funciones administrativas

Función administrativa	Rigidez dieléctrica	Factor de potencia	Determinación de color	Acidez	Inspección visual	Prueba de impulso de tipo rayo
Supervisar y coordinar las actividades diarias del laboratorio, incluyendo la planificación y programación de pruebas, asignación de tareas y gestión de recursos	X	x	X	x	X	X
Dirigir y guiar a un equipo de técnicos de laboratorio, proporcionando orientación, capacitación y apoyo para garantizar un desempeño eficiente y de alta calidad.	X	X	X	X	X	X
Supervisar la calibración, el mantenimiento y la reparación de equipos de laboratorio, y garantizar su disponibilidad y funcionamiento adecuado.	X	X	X	X	X	X

Evaluar y seleccionar nuevos equipos y tecnologías para mantener el laboratorio actualizado y competitivo en el campo de la potencia eléctrica.	x	X	x	X	x	X
TOTAL	4	4	4	4	4	4
Porcentaje de participación (%)	17%	17%	17%	17%	17%	17%

Nota: Elaboración propia

ASIGNACIÓN DE COSTOS DE COMERCIALIZACIÓN

Los costos de comercialización serán distribuidos de manera equitativa entre los seis servicios que el Laboratorio de Potencia ofrecerá. En otras palabras, el porcentaje de participación asignado a cada servicio será del 16.67%, como se presenta a continuación:

Tabla 204 Asignación del porcentaje de participación de los ensayos con los costos de comercialización

SERVICIOS	PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN
Rigidez dieléctrica	16.7%
Factor de potencia	16.7%
Determinación de color	16.7%
Número de neutralización	16.7%
Inspección visual	16.7%
Impulso de tipo rayo	16.7%
Total	100%

Nota: Elaboración propia

ASIGNACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN

El análisis para la asignación de costos de producción se realizó en función de la demanda de horas para cada uno de los servicios del laboratorio, para los segmentos que lo componen los estudiantes de la carrera de ingeniería eléctrica y empresas de distribución de energía.

Tabla 205 Porcentaje de participación de los ensayos con la cantidad de ensayos pronosticados

SERVICIO	Total de Ensayos Demandados por el Sector Estudiantil	Total de Ensayos Demandados por las Distribuidoras de Energía	Total de Ensayos Demandados al Año	Porcentaje de Participación
Rigidez Dieléctrica	12	38	50	15%
Factor de Potencia	12	38	50	15%
Determinación de Color	12	38	50	15%
Acidez	12	38	50	15%
Inspección Visual	12	124	136	40%
Prueba de Impulso de Tipo Rayo	4	0	4	1%
TOTAL DE ENSAYOS	64	276	340	100%

Nota: Elaboración propia

A partir de estos datos se estima el porcentaje de ensayos de cada servicio del total del total de la demanda del Laboratorio, para determinar el indicador que se denominará porcentaje de

participación; la tabla revela que la Inspección Visual lidera la demanda de ensayos con un 40%, seguida de cerca por servicios como Rigidez Dieléctrica, Factor de Potencia, Determinación de Color y Acidez, cada uno con un 15%. Las distribuidoras de energía solicitan la mayor cantidad de ensayos (276), representando el 81% del total, mientras que el sector estudiantil demanda 64 ensayos. La Prueba de Impulso de Tipo Rayo tiene una participación mínima del 1%, esto debido a que este ensayo está orientado exclusivamente al sector estudiantil.

ASIGNACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA AÑO 1 AL 5

Tabla 206 Asignación del porcentaje de participación de los costos proyectado a 5 años

PRUEBA	AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5	
	TOTAL	Porcentaje de participación	TOTAL	Porcentaje de participación	TOTAL	Porcentaje de participación	TOTAL	Porcentaje de participación	TOTAL	Porcentaje de participación
Rigidez dieléctrica	50	14.7%	51	14.8%	51	14.8%	51	14.8%	51	14.8%
Factor de potencia	50	14.7%	51	14.8%	51	14.8%	51	14.8%	51	14.8%
Determinación de color	50	14.7%	51	14.8%	51	14.8%	51	14.8%	51	14.8%
Número de neutralización	50	14.7%	51	14.8%	51	14.8%	51	14.8%	51	14.8%
Inspección visual	136	40.0%	137	39.7%	137	39.7%	137	39.7%	137	39.7%
Impulso de tipo rayo	4	1.2%	4	1.2%	4	1.2%	4	1.2%	4	1.2%
TOTAL	340	100%	345	100%	345	100%	345	100%	345	100%

Nota: Elaboración propia

RESUMEN DE PORCENTAJES DE PARTICIPACIÓN POR TIPO DE COSTO POR SERVICIO

La asignación de cada rubro de costos a cada servicio que se ofertará se presenta en el cuadro a continuación:

Tabla 207 Resumen de los porcentajes de participación basado en los costos

Servicio / Tipo de costo	Costos de producción	Costos de comercialización	Costos de administrativos
Rigidez dieléctrica	14.71%	16.67%	16.67%
Factor de potencia	14.71%	16.67%	16.67%
Determinación de color	14.71%	16.67%	16.67%
Número de neutralización	14.71%	16.67%	16.67%
Inspección visual	40.00%	16.67%	16.67%
Impulso de tipo rayo	1.18%	16.67%	16.67%
Total	100%	100%	100%

Nota: Elaboración propia

CÁLCULO DE COSTOS UNITARIOS POR SERVICIO PARA EL LABORATORIO DE POTENCIA

Con la información del cálculo de la demanda del sector estudiantil establecido en la etapa de diseño, se realiza el cálculo del número de ensayos a realizar distribuidos por sector estudiantil y distribuidoras de energía.

DEMANDA TOTAL ANUAL DE LOS SERVICIOS DEL LABORATORIO

Tabla 208 Demanda anual de los servicios del laboratorio

AÑO	SECTOR ESTUDIANTIL	DISTRIBUIDORA DE ENERGÍA	TOTAL ANUAL
AÑO 1	64	276	340
AÑO 2	69	276	345
AÑO 3	69	276	345
AÑO 4	69	276	345
AÑO 5	69	276	345

Nota: Elaboración propia

Estos valores representan el total de servicios a prestar en el laboratorio sobre los cuales se repartirán todos los costos incurridos para la implementación y funcionamiento del mismo; procedimiento a partir del cual se realiza el estimado de los costos unitarios por servicio del Laboratorio de Potencia va a ofertar al mercado.

Tabla 209 Costo unitario prueba de rigidez dieléctrica

COSTO UNITARIO - RIGIDEZ DIELECTRICA										
	AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5	
Servicio / Tipo de costo	VARIABLE	FIJO	VARIABLE	FIJO	VARIABLE	FIJO	VARIABLE	FIJO	VARIABLE	FIJO
Costos de producción	\$2.22	\$94.41	\$2.18	\$92.56	\$2.18	\$92.56	\$2.18	\$92.56	\$2.18	\$92.56
Costos de comercialización	\$ -	\$0.50	\$ -	\$0.32	\$ -	\$0.32	\$ -	\$0.32	\$ -	\$0.32
Costos administrativos	\$ -	\$5.32	\$ -	\$5.21	\$ -	\$5.21	\$ -	\$5.21	\$ -	\$5.21
Total Costos	\$102.44		\$100.27		\$100.27		\$100.27		\$100.27	

Nota: Elaboración propia

Tabla 210 Costo unitario prueba de factor de potencia

COSTO UNITARIO - FACTOR DE POTENCIA										
	AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5	
Servicio / Tipo de costo	VARIABLE	FIJO	VARIABLE	FIJO	VARIABLE	FIJO	VARIABLE	FIJO	VARIABLE	FIJO
Costos de producción	\$2.22	\$94.41	\$2.18	\$ 92.56	\$ 2.18	\$ 92.56	\$ 2.18	\$ 92.56	\$ 2.18	\$ 92.56
Costos de comercialización	\$ -	\$ 0.50	\$ -	\$ 0.32	\$ -	\$ 0.32	\$ -	\$ 0.32	\$ -	\$ 0.32
Costos administrativos	\$ -	\$ 5.32	\$ -	\$ 0.78	\$ -	\$ 0.78	\$ -	\$ 0.78	\$ -	\$ 0.78
Total Costos	\$102.44		\$95.84		\$95.84		\$95.84		\$95.84	

Nota: Elaboración propia

Tabla 211 Costo unitario prueba de determinación de color

COSTO UNITARIO - DETERMINACIÓN DE COLOR										
	AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5	
Servicio / Tipo de costo	VARIABLE	FIJO	VARIABLE	FIJO	VARIABLE	FIJO	VARIABLE	FIJO	VARIABLE	FIJO
Costos de producción	\$2.22	\$94.41	\$2.18	\$ 94.41	\$2.18	\$94.41	\$2.18	\$94.41	\$2.18	\$94.41
Costos de comercialización	\$-	\$0.50	\$-	\$0.32	\$ -	\$0.32	\$ -	\$0.32	\$ -	\$0.32
Costos administrativos	\$-	\$5.32	\$-	\$5.21	\$ -	\$5.21	\$ -	\$5.21	\$ -	\$5.21
Total Costos	\$102.44		\$102.12		\$102.12		\$102.12		\$102.12	

Nota: Elaboración propia

Tabla 212 Costo unitario prueba de número de neutralización

COSTO UNITARIO -NÚMERO DE NEUTRALIZACIÓN										
	AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5	
Servicio / Tipo de costo	VARIABLE	FIJO	VARIABLE	FIJO	VARIABLE	FIJO	VARIABLE	FIJO	VARIABLE	FIJO
Costos de producción	\$2.22	\$94.41	\$2.18	\$ 92.56	\$2.18	\$92.56	\$2.18	\$92.56	\$2.18	\$92.56
Costos de comercialización	\$-	\$0.50	\$-	\$0.32	\$ -	\$0.32	\$ -	\$0.32	\$ -	\$0.32
Costos administrativos	\$-	\$5.32	\$-	\$5.21	\$ -	\$5.21	\$ -	\$5.21	\$ -	\$5.21
Total Costos	\$102.44		\$100.27		\$100.27		\$100.27		\$100.27	

Nota: Elaboración propia

Tabla 213 Costo unitario prueba de número de inspección visual

COSTO UNITARIO - INSPECCIÓN VISUAL										
	AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5	
Servicio / Tipo de costo	VARIABLE	FIJO	VARIABLE	FIJO	VARIABLE	FIJO	VARIABLE	FIJO	VARIABLE	FIJO
Costos de producción	\$2.22	\$94.41	\$2.20	\$ 93.72	\$2.20	\$93.72	\$2.20	\$93.72	\$2.20	\$93.72
Costos de comercialización	\$-	\$0.18	\$-	\$0.12	\$ -	\$0.12	\$ -	\$0.12	\$ -	\$0.12
Costos administrativos	\$-	\$1.96	\$-	\$1.94	\$ -	\$1.94	\$ -	\$1.94	\$ -	\$1.94
Total Costos	\$98.76		\$97.98		\$97.98		\$97.98		\$97.98	

Nota: Elaboración propia

Tabla 214 Costo unitario prueba de impulso tipo rayo

COSTO UNITARIO - IMPULSO DE TIPO RAYO										
	AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5	
Servicio / Tipo de costo	VARIABLE	FIJO	VARIABLE	FIJO	VARIABLE	FIJO	VARIABLE	FIJO	VARIABLE	FIJO
Costos de producción	\$2.22	\$94.41	\$2.22	\$ 94.41	\$ 2.22	\$ 94.41	\$ 2.22	\$ 94.41	\$ 2.22	\$ 94.41
Costos de comercialización	\$ -	\$ 6.22	\$ -	\$ 0.05	\$ -	\$ 0.05	\$ -	\$ 0.05	\$ -	\$ 0.05
Costos administrativos	\$ -	\$66.48	\$ -	\$ 66.48	\$ -	\$ 66.48	\$ -	\$ 66.48	\$ -	\$ 66.48
Total Costos	\$169.32		\$163.15		\$163.15		\$163.15		\$163.15	

Nota: Elaboración propia

Finalmente se calcula el costo unitario total para cada servicio por año de trabajo, recordando que este monto se obtiene de la suma de los costos variables y costos fijos anuales por cada servicio, obteniendo los resultados descritos a continuación:

Tabla 215 Promedio de los costos unitarios

Servicio	Costo Unitario
Rigidez dieléctrica	\$100.71
Factor de potencia	\$97.16
Determinación de color	\$98.14
Número de neutralización	\$100.71
Inspección visual	\$98.14
Impulso de tipo rayo	\$164.39

Nota: Elaboración propia

Tabla 216 Costo unitario anual

	Rigidez dieléctrica	Factor de potencia	Determinación de color	Número de neutralización	Inspección visual	Impulso de tipo rayo
año 1	\$102.44	\$102.44	\$102.44	\$102.44	\$98.76	\$169.32
año 2	\$100.27	\$95.84	\$102.12	\$100.27	\$97.98	\$163.15
año 3	\$100.27	\$95.84	\$102.12	\$100.27	\$97.98	\$163.15
año 4	\$100.27	\$95.84	\$102.12	\$100.27	\$97.98	\$163.15
año 5	\$100.27	\$95.84	\$102.12	\$100.27	\$97.98	\$163.15

Nota: Elaboración propia

PRECIO DE VENTA

Para proyectar tanto el ingreso por las ventas como el precio de venta de los servicios, se empleará un periodo de 5 años, tomando en consideración los siguientes aspectos:

1. Por la naturaleza del proyecto el precio de venta vendrá determinado por los competidores que se encuentran actualmente en el mercado.
2. De la misma manera, se considerará el costo de los ensayos para fijar el precio de venta, que es lo que cuesta el prestar un servicio, y la utilidad, que es lo que se desea ganar.

El arancel asociado al precio de venta se calculará sumando el costo unitario total al porcentaje deseado de utilidad o margen de contribución que se aspire obtener de los servicios.

MARGEN DE CONTRIBUCIÓN

El margen de contribución será diferente respecto de un servicio a otro, es decir, debido al tipo de servicio que un cliente en particular solicite debido a los diferentes costos estimados de los

misimos y de los precios ya establecidos por la competencia, el arancel asociado a cada ensayo tendrá un costo monetario diferente para el cliente.

Tabla 217 Precio de venta sugerido por servicio

	Servicios					
	Rigidez dieléctrica	Factor de potencia	Determinación de color	Número de neutralización	Inspección visual	Impulso de tipo rayo
Costo unitario del servicio	\$100.71	\$97.16	\$98.14	\$100.71	\$98.14	\$164.39
Precio de venta competencia	\$210.00	\$210.00	\$45.00	\$110.00	\$ 125.00	\$125.00
Precio de venta sugerido	\$206.45	\$204.04	\$45.00	\$115.81	\$ 122.68	\$164.39
Porcentaje de utilidad	105%	110%	-54%	15%	25%	0%

Nota: Elaboración propia

Para el caso del Laboratorio de Potencia se observa que hay porcentajes de utilidad hasta del 110%. Se ha decidido estos porcentajes debido a que, no superan el precio de la competencia y para compensar la pérdida en el margen de utilidad con el servicio de determinación de color.

1.4 Estimación de Ingresos y Egresos Futuros

Para proyectar los ingresos generados por las ventas y los costos asociados con la prestación de servicios, se considerará un periodo de 5 años.

Tabla 218 Precio de Venta del año 1 al 5

SERVICIOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Rigidez dieléctrica	\$206.45	\$206.45	\$206.45	\$206.45	\$206.45
Factor de potencia	\$204.04	\$204.04	\$204.04	\$204.04	\$204.04
Determinación de color	\$45.00	\$45.00	\$ 45.00	\$45.00	\$ 45.00
Número de neutralización	\$115.81	\$115.81	\$115.81	\$115.81	\$115.81
Inspección visual	\$122.68	\$122.68	\$122.68	\$122.68	\$122.68
Impulso de tipo rayo	\$164.39	\$164.39	\$164.39	\$164.39	\$164.39

Nota: Elaboración propia

1.4.1 Ingresos futuros

ESTIMACIÓN DE INGRESOS

Ingresos por venta: Rigidez dieléctrica

Tabla 219 Ingresos anuales de la prueba de Rigidez Dieléctrica

	Precio de venta	Ventas proyectadas a empresas	Ingreso por ventas
Año 1	\$ 206.45	38	\$ 7,845.00
Año 2	\$ 206.45	38	\$ 7,845.00
Año 3	\$ 206.45	38	\$ 7,845.00
Año 4	\$ 206.45	38	\$ 7,845.00
Año 5	\$ 206.45	38	\$ 7,845.00
Total		190	\$ 39,225.00

Nota: Elaboración propia

Ingresos por venta: Factor de Potencia

Tabla 220 Ingresos anuales de la prueba de factor de potencia

	Precio de venta	Ventas proyectadas a empresas	Ingreso por ventas
Año 1	\$ 204.04	38	\$ 7,753.41
Año 2	\$ 204.04	38	\$ 7,753.41
Año 3	\$ 204.04	38	\$ 7,753.41
Año 4	\$ 204.04	38	\$ 7,753.41
Año 5	\$ 204.04	38	\$ 7,753.41
Total		190	\$ 38,767.06

Nota: Elaboración propia

Ingresos por venta: Determinación de color

Tabla 221 Ingresos anuales por la prueba de determinación de color

	Precio de venta	Ventas proyectadas a empresas	Ingreso por ventas
Año 1	\$ 45.00	38	\$ 1,710.00
Año 2	\$ 45.00	38	\$ 1,710.00
Año 3	\$ 45.00	38	\$ 1,710.00
Año 4	\$ 45.00	38	\$ 1,710.00
Año 5	\$ 45.00	38	\$ 1,710.00
Total		190	\$ 8,550.00

Nota: Elaboración propia

Ingresos por venta: Número de neutralización

Tabla 222 Ingresos anuales de la prueba de número de neutralización

	Precio de venta	Ventas proyectadas a empresas	Ingreso por ventas
Año 1	\$ 115.81	38	\$ 4,400.85
Año 2	\$ 115.81	38	\$ 4,400.85
Año 3	\$ 115.81	38	\$ 4,400.85
Año 4	\$ 115.81	38	\$ 4,400.85
Año 5	\$ 115.81	38	\$ 4,400.85
Total		190	\$ 22,004.27

Nota: Elaboración propia

Ingresos por venta: inspección visual

Tabla 223 Ingresos anuales por la prueba de inspección visual

	Precio de venta	Ventas proyectadas a empresas	Ingreso por ventas
Año 1	\$ 122.68	124	\$ 15,211.80
Año 2	\$ 122.68	124	\$ 15,211.80
Año 3	\$ 122.68	124	\$ 15,211.80
Año 4	\$ 122.68	124	\$ 15,211.80
Año 5	\$ 122.68	124	\$ 15,211.80
Total		620	\$ 76,059.00

Nota: Elaboración propia

RESUMEN DE ESTIMACIÓN DE INGRESOS FUTUROS

Tabla 224 Resumen anual de los ingresos por cada una de las pruebas

Años de estudio	Rigidez dieléctrica	Factor de potencia	Determinación de color	Número de neutralización	Inspección visual	TOTAL
Año 1	\$7,845.00	\$7,753.41	\$1,710.00	\$4,400.85	\$15,211.80	\$ 36,921.07
Año 2	\$7,978.36	\$7,885.22	\$1,739.07	\$4,475.67	\$15,470.40	\$ 37,548.72
Año 3	\$8,114.00	\$8,019.27	\$1,768.63	\$4,551.75	\$15,733.40	\$ 38,187.05
Año 4	\$8,251.93	\$8,155.60	\$1,798.70	\$4,629.13	\$16,000.87	\$ 38,836.23
Año 5	\$8,392.22	\$8,294.24	\$1,829.28	\$4,707.83	\$16,272.88	\$ 39,496.45
TOTAL						\$190,989.52

Nota: Elaboración propia

1.4.2 Estimación de los egresos

La estimación de ingresos se realizó en base servicios a planificar prestar que se estimó en el capítulo de diseño. A continuación, se presenta la estimación de los egresos para los 5 años de estudio.

Tabla 225 Estimación anual de los egresos prueba de rigidez dieléctrica

	Rigidez dieléctrica	Costo unitario	Total
AÑO 1	50	\$ 102.44	\$ 5,122.10
AÑO 2	51	\$ 100.27	\$ 5,113.87
AÑO 3	51	\$ 100.27	\$ 5,113.87
AÑO 4	51	\$ 100.27	\$ 5,113.87
AÑO 5	51	\$ 100.27	\$ 5,113.87
TOTAL			\$ 25,577.59

Nota: Elaboración propia

Tabla 226 Estimación anual de los egresos prueba de factor de potencia

	Factor de potencia	Costo unitario	Total
AÑO 1	50	\$ 102.44	\$ 5,122.10
AÑO 2	51	\$ 95.84	\$ 4,887.85
AÑO 3	51	\$ 95.84	\$ 4,887.85
AÑO 4	51	\$ 95.84	\$ 4,887.85
AÑO 5	51	\$ 95.84	\$ 4,887.85
TOTAL			\$ 24,673.50

Nota: Elaboración propia

Tabla 227 Estimación anual de los egresos prueba de determinación de color

	Determinación de color	Costo unitario	Total
AÑO 1	50	\$ 102.44	\$ 5,122.10
AÑO 2	51	\$ 102.12	\$ 5,208.28
AÑO 3	51	\$ 102.12	\$ 5,208.28
AÑO 4	51	\$ 102.12	\$ 5,208.28
AÑO 5	51	\$ 102.12	\$ 5,208.28
TOTAL			\$ 25,955.23

Nota: Elaboración propia

Tabla 228 Estimación anual de los egresos prueba de número de neutralización

	Número de neutralización	Costo unitario	Total
AÑO 1	50	\$ 102.44	\$ 5,122.10
AÑO 2	51	\$ 100.27	\$ 5,113.87
AÑO 3	51	\$ 100.27	\$ 5,113.87
AÑO 4	51	\$ 100.27	\$ 5,113.87
AÑO 5	51	\$ 100.27	\$ 5,113.87
TOTAL			\$ 25,577.59

Nota: Elaboración propia

Tabla 229 Estimación anual de los egresos prueba de inspección visual

	Inspección visual	Costo unitario	Total
AÑO 1	136	\$ 98.76	\$ 13,431.95
AÑO 2	137	\$ 97.98	\$ 13,423.91
AÑO 3	137	\$ 97.98	\$ 13,423.91
AÑO 4	137	\$ 97.98	\$ 13,423.91
AÑO 5	137	\$ 97.98	\$ 13,423.91
TOTAL			\$ 67,127.58

Nota: Elaboración propia

Tabla 230 Estimación anual de los egresos prueba de impulso de tipo rayo

	Impulso de tipo rayo	Costo unitario	Total
AÑO 1	4	\$ 169.32	\$ 677.30
AÑO 2	4	\$ 163.15	\$ 652.62
AÑO 3	4	\$ 96.68	\$ 386.71
AÑO 4	4	\$ 163.15	\$ 652.62
AÑO 5	4	\$ 163.15	\$ 652.62
TOTAL			\$ 3,021.86

Nota: Elaboración propia

1.5 Resumen de la Estimación de Ingresos y Egresos

Tabla 231 Resumen de la estimación de los Ingresos y Egresos del año 1 al 3

	AÑO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
Rigidez dieléctrica	INGRESOS	\$ 7,845.00	\$ 7,845.00	\$ 7,845.00
	EGRESOS	\$ 5,122.10	\$ 5,113.87	\$ 5,113.87
	PERDIDA/GANANCIA	\$ 2,722.90	\$ 2,731.13	\$ 2,731.13
Factor de potencia	INGRESOS	\$ 7,753.41	\$ 7,753.41	\$ 7,753.41
	EGRESOS	\$ 5,122.10	\$ 4,887.85	\$ 4,887.85
	PERDIDA/GANANCIA	\$ 2,631.31	\$ 2,865.56	\$ 2,865.56
Determinación de color	INGRESOS	\$ 1,710.00	\$ 1,710.00	\$ 1,710.00
	EGRESOS	\$ 5,122.10	\$ 5,208.28	\$ 5,208.28
	PERDIDA/GANANCIA	-\$ 3,412.10	-\$ 3,498.28	-\$ 3,498.28
Número de neutralización	INGRESOS	\$ 4,400.85	\$ 4,400.85	\$ 4,400.85
	EGRESOS	\$ 5,122.10	\$ 5,113.87	\$ 5,113.87
	PERDIDA/GANANCIA	-\$ 721.24	-\$ 713.02	-\$ 713.02
Inspección visual	INGRESOS	\$ 15,211.80	\$ 15,211.80	\$ 15,211.80
	EGRESOS	\$ 13,431.95	\$ 13,423.91	\$ 13,423.91
	PERDIDA/GANANCIA	\$ 1,779.86	\$ 1,787.89	\$ 1,787.89
Impulso de tipo rayo	INGRESOS	\$ -	\$ -	\$ -
	EGRESOS	\$ 677.30	\$ 652.62	\$ 652.62
	PERDIDA/GANANCIA	-\$ 677.30	-\$ 652.62	-\$ 652.62
TOTAL		\$ 2,323.43	\$ 2,520.66	\$ 2,520.66

Nota: Elaboración propia

Tabla 232 Resumen de los ingresos y egresos para los años 4 y 5

	AÑO	AÑO 4	AÑO 5	TOTAL
Rigidez dieléctrica	INGRESOS	\$ 7,845.00	\$ 7,845.00	\$ 39,225.00
	EGRESOS	\$ 5,113.87	\$ 5,113.87	\$ 25,577.59
	PERDIDA/GANANCIA	\$ 2,731.13	\$ 2,731.13	\$ 13,647.40
Factor de potencia	INGRESOS	\$ 7,753.41	\$ 7,753.41	\$ 38,767.06
	EGRESOS	\$ 4,887.85	\$ 4,887.85	\$ 24,673.50
	PERDIDA/GANANCIA	\$ 2,865.56	\$ 2,865.56	\$ 14,093.56
Determinación de color	INGRESOS	\$ 1,710.00	\$ 1,710.00	\$ 8,550.00
	EGRESOS	\$ 5,208.28	\$ 5,208.28	\$ 25,955.23
	PERDIDA/GANANCIA	-\$ 3,498.28	-\$ 3,498.28	-\$ 17,405.23
Número de neutralización	INGRESOS	\$ 4,400.85	\$ 4,400.85	\$ 22,004.27
	EGRESOS	\$ 5,113.87	\$ 5,113.87	\$ 25,577.59
	PERDIDA/GANANCIA	-\$ 713.02	-\$ 713.02	-\$ 3,573.33
Inspección visual	INGRESOS	\$ 15,211.80	\$ 15,211.80	\$ 76,059.00
	EGRESOS	\$ 13,423.91	\$ 13,423.91	\$ 67,127.58
	PERDIDA/GANANCIA	\$ 1,787.89	\$ 1,787.89	\$ 8,931.42
Impulso de tipo rayo	INGRESOS	\$ -	\$ -	\$ -
	EGRESOS	\$ 652.62	\$ 652.62	\$ 3,287.77
	PERDIDA/GANANCIA	-\$ 652.62	-\$ 652.62	-\$ 3,287.77
TOTAL		\$ 2,520.66	\$ 2,520.66	\$ 12,406.07

Nota: Elaboración propia

1.6 Estado de Resultados

El estado de resultados o llamado también estado de pérdidas y ganancias tiene como objetivo calcular la utilidad neta del proyecto. En él se muestra primero los ingresos esperados. A esos ingresos se van restando los costos de producción, costos administrativos, costos comercialización, costos financieros (que para el caso del proyecto los costos financieros son \$0.00, porque no se utilizaran préstamos para llevar a cabo el proyecto).

Tabla 233 Estado de Pérdidas y Ganancias Anual

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ingresos por ventas (+)	\$ 36,921.07	\$ 36,921.07	\$ 36,921.07	\$ 36,921.07	\$ 36,921.07
Costo de producción (-)	-\$ 32,852.88	-\$ 32,853.63	-\$ 32,853.63	-\$ 32,853.63	-\$ 32,853.63
Utilidad Bruta (=)	\$ 4,068.18	\$ 4,067.44	\$ 4,067.44	\$ 4,067.44	\$ 4,067.44
Costo de comercialización (-)	-\$ 149.29	-\$ 99.29	-\$ 99.29	-\$ 99.29	-\$ 99.29
Costo de administración (-)	-\$ 1,595.46	-\$ 1,595.46	-\$ 1,595.46	-\$ 1,595.46	-\$ 1,595.46
Utilidad antes de impuestos (=)	\$ 2,323.43	\$ 2,372.69	\$ 2,372.69	\$ 2,372.69	\$ 2,372.69

Impuesto sobre la renta (-)	0	0	0	0	0
Utilidad neta del periodo (=)	\$ 2,323.43	\$ 2,372.69	\$ 2,372.69	\$ 2,372.69	\$ 2,372.69

Nota: Elaboración propia

1.7 Flujo de Efectivo

El estado de flujo de caja muestra el movimiento de ingresos y egresos junto con la disponibilidad de fondos a una fecha determinada. Las variables de flujo suponen una corriente económica y de carácter temporal.

Se realizará un flujo de efectivo total anual para los 5 años de duración del proyecto. El objetivo de este análisis es comprobar que el capital de trabajo definido en la inversión es suficiente para cubrir con la liquidez que requiere el proyecto a lo largo de su vida.

Tabla 234 Flujo de efectivo anual

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Efectivo inicial	\$ -	\$ 9,210.17	\$ 9,259.43	\$ 9,056.36	\$ 9,056.36
Ingresos por ventas (+)	\$ 36,921.07	\$ 36,921.07	\$ 36,921.07	\$ 36,921.07	\$ 36,921.07
Costo de producción (-)	-\$ 32,852.88	-\$ 32,853.63	-\$ 32,853.63	-\$ 32,853.63	-\$ 32,853.63
Utilidad Bruta (=)	\$ 4,068.18	\$ 4,067.44	\$ 4,067.44	\$ 4,067.44	\$ 4,067.44
Costo de comercialización (-)	-\$ 149.29	-\$ 99.29	-\$ 99.29	-\$ 99.29	-\$ 99.29
Costo de administración (-)	-\$ 1,595.46	-\$ 1,595.46	-\$ 1,595.46	-\$ 1,595.46	-\$ 1,595.46
Utilidad antes de impuestos (=)	\$ 2,323.43	\$ 2,372.69	\$ 2,372.69	\$ 2,372.69	\$ 2,372.69
Impuesto sobre la renta (-)					
Utilidad neta del periodo (=)	\$ 2,323.43	\$ 2,372.69	\$ 2,372.69	\$ 2,372.69	\$ 2,372.69
Depreciación de maquinaria y equipo (+)	\$ 6,886.74	\$ 6,886.74	\$ 6,683.68	\$ 6,683.68	\$ 6,683.68
FNE (=)	\$ 9,210.17	\$ 9,259.43	\$ 9,056.36	\$ 9,056.36	\$ 9,056.36

Nota: Elaboración propia

CAPITULO XII: EVALUACIONES

1. EVALUACIÓN ECONÓMICA

1.1 Evaluación de Proyectos Sociales Económicos

El proyecto de reactivación del Laboratorio de Potencia en la Universidad de El Salvador se cataloga como un proyecto de índole socioeconómica. En esta categoría, tales proyectos se definen como "procesos de conversión que acarrearán cambios en la situación inicial, mediante un ciclo de acción que produce resultados y productos destinados a mejorar las condiciones y calidad de vida de los grupos de la sociedad" (Escuela de Posgrados, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, UES, 2015).

Aunque el proyecto del Laboratorio de Potencia puede tener una orientación más hacia la prestación de servicios a empresas privadas con el fin de obtener ingresos, aun así puede considerarse de índole socioeconómica. Esto se debe a que, aunque su principal objetivo pueda ser generar ingresos mediante la prestación de servicios, también tiene un impacto en la sociedad, especialmente en los estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería Eléctrica.

Por un lado, al ofrecer servicios a empresas privadas, el Laboratorio de Potencia puede contribuir al desarrollo económico del país al fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico en sectores relevantes para la industria. Además, al proporcionar servicios a empresas, el Laboratorio de Potencia también puede contribuir indirectamente a mejorar la calidad de vida de la sociedad al promover indirectamente el desarrollo o adquisición de tecnologías más eficientes, sostenibles y seguras. Estas tecnologías pueden tener un impacto positivo en áreas como la energía, el medio ambiente y la salud pública.

Evaluar económicamente este tipo de proyectos presenta un desafío, ya que implica considerar factores cualitativos que generan impacto tanto directo como indirecto en los participantes de su implementación. A pesar de ello, existen métodos que pueden utilizarse para cuantificar los resultados tras el inicio del Laboratorio de Potencia. Estos proyectos generalmente son evaluados mediante criterios no financieros, que abarcan aspectos tanto monetarios cuantitativos como no monetarios. Entre los métodos comúnmente empleados se encuentran la evaluación beneficio-coste, el periodo de recuperación y métodos basados en la experiencia. La aplicación de estos enfoques proporcionará una comprensión más integral de los impactos y beneficios derivados de la implementación del laboratorio.

1.1.1 Evaluación de punto de equilibrio

El punto de equilibrio en un análisis financiero es el nivel de actividad en el que los ingresos totales de una empresa son iguales a sus costos totales, lo que resulta en un beneficio neto igual a cero. En otras palabras, es el punto en el que una empresa ni gana ni pierde dinero.

El análisis del punto de equilibrio es una herramienta importante para las empresas, ya que les permite determinar el nivel de ventas necesario para cubrir todos los costos y evitar pérdidas. Este punto se puede expresar en unidades físicas, en términos de ventas en unidades, o en términos de valor monetario, en relación con las ventas en dólares.

El cálculo del punto de equilibrio implica la consideración de dos tipos de costos: costos fijos y costos variables. Los costos fijos son aquellos que no cambian con el nivel de producción o ventas, como el alquiler de instalaciones o los salarios del personal administrativo. Los costos variables, por otro lado, están directamente relacionados con la producción o las ventas, como el costo de materias primas y la mano de obra directa.

La fórmula básica para calcular el punto de equilibrio en unidades es:

Punto de Equilibrio en Unidades = $\text{Costos Fijos Totales} / (\text{Precio de Venta por Unidad} - \text{Costo Variable por Unidad})$

Y en términos de valor monetario:

Punto de Equilibrio en Valor Monetario = $\text{Costos Fijos Totales} / \text{Margen de Contribución}$.

A continuación, se muestra el paso a paso del cálculo del punto de equilibrio:

Paso 1: Definir participación de los servicios en el total de costos fijos+variables.

Tabla 235 Participación de los servicios

Servicio / Tipo de costo	% de participación en el total de costos
Rigidez dieléctrica	16.01%
Factor de potencia	16.01%
Determinación de color	16.01%
Número de neutralización	16.01%
Inspección visual	24.46%
Impulso de tipo rayo	11.50%
Total	100.00%

Nota: Elaboración propia

Paso 2: Calcular margen de contribución unitario para cada producto.

Tabla 236 Cálculo del margen de contribución

	Precio de venta	Costos variables unitario	Margen contribución unitario	Margen contribución ponderado
Rigidez dieléctrica	\$206.45	\$0.04	\$206.40	33.05
Factor de potencia	\$204.04	\$0.04	\$ 203.99	32.67
Determinación de color	\$ 45.00	\$0.04	\$44.96	7.20
Número de neutralización	\$115.81	\$0.04	\$ 115.77	18.54
Inspección visual	\$122.68	\$0.02	\$ 122.66	29.98
Impulso de tipo rayo	\$ -	\$0.55	-\$ 0.55	-0.06
Total				121.37

Nota: Elaboración propia

Paso 3: Calcular el punto de equilibrio en unidades totales.

$$PE \text{ (unidades totales)} = \text{Costos fijos totales} / \text{MCP total}$$

$$PE \text{ (unidades totales)} = 33,843.47 / 121.38 = 278.82$$

$$PE = 279 \text{ unidades.}$$

Paso 4: Calcular punto de equilibrio en unidades de cada producto.

Tabla 237 Punto de equilibrio por cantidad de servicios

	% de participación	PE unidades
Rigidez dieléctrica	16%	45

Factor de potencia	16%	45
Determinación de color	16%	45
Número de neutralización	16%	45
Inspección visual	24%	68
Impulso de tipo rayo	12%	32
Total	100%	279

Nota: Elaboración propia

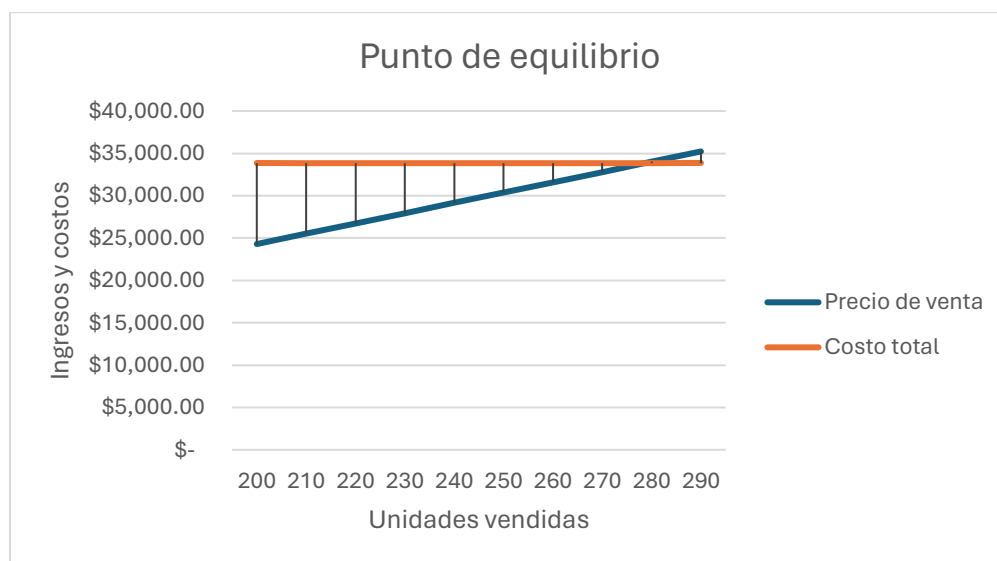
Paso 5: Calcular el punto de equilibrio en unidades monetarias.

Tabla 238 Punto de equilibrio por unidades monetarias

	Precio de venta	PE unidades	Punto de equilibrio monetario
Rigidez dieléctrica	\$206.45	45	\$9,217.98
Factor de potencia	\$204.04	45	\$9,110.36
Determinación de color	\$45.00	45	\$2,009.27
Número de neutralización	\$115.81	45	\$5,171.06
Inspección visual	\$122.68	68	\$8,361.63
Impulso de tipo rayo	\$ -	32	\$ -
Total		279	\$33,870.30

Nota: Elaboración propia

Gráfico 23 Punto de equilibrio en unidades monetarias



Nota: Elaboración propia

1.1.2 Evaluación Económica

CÁLCULO DE LA TASA MÍNIMA ACEPTABLE DE RENDIMIENTO (TMAR).

Es también llamada costo de capital o tasa de descuento. Para formarse, toda empresa debe realizar una inversión inicial. El capital que forma esta inversión puede provenir de varias fuentes: de inversionistas, de éstos con empresas, de inversionistas y bancos o de una mezcla de inversionistas, empresas y bancos.

Como sea que hayan sido las aportaciones del capital, cada uno de ellos tendrá un costo asociado al capital que aporte y la nueva empresa formada tendrá un costo de capital propio.

Antes de invertir, una persona siempre tiene en mente una tasa mínima de ganancia sobre la inversión propuesta, llamada tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR).

TMAR = índice inflacionario + premio al riesgo.

Esto significa que la TMAR que un inversionista le pediría a una inversión debe calcularla sumando dos factores: primero, la inflación. Cuando un inversionista arriesga su dinero, para él no es atrayente mantener el poder adquisitivo de su inversión, sino más bien que ésta tenga un crecimiento real; es decir, le interesa un rendimiento que haga crecer su dinero más allá de haber compensado los efectos de la inflación.

En segundo término, debe ser un premio o sobretasa por arriesgar su dinero en determinada inversión.

Cuando se está evaluando un proyecto en un horizonte de tiempo de cinco años, la TMAR calculada debe ser válida no sólo en el momento de la evaluación sino durante todos los cinco años. El índice inflacionario para calcular la TMAR, debe ser el promedio del índice inflacionario pronosticado para los próximos cinco años.

Para el caso de estudio y como ya antes se ha mencionado se trabajará con datos de 2024 a 2029.

Tabla 239 Tasa inflacionaria

2024	2025	2026	2027	2028	2029	PROM
2.10%	1.70%	1.70%	1.70%	1.70%	1.70%	1.77%

Nota: Elaboración propia

La tasa de inflación promedio se calculó tomando como base la proyección de la tasa de inflación de 2024 a 2029. Se utilizó el promedio y el resultado que se obtuvo fue de un 1.77%.¹³

Con respecto al segundo componente de la formula, en términos generales se considera que un premio al riesgo, considerado ahora como la tasa de crecimiento real invertido, habiendo compensado los efectos inflación, debe ser de entre 10% y 15%.

$$TMAR = 1.77\% + 10\% = 11.77\%$$

VALOR ACTUAL NETO (VAN)

¹³ Información obtenida de: <https://es.statista.com/estadisticas/1190057/tasa-de-inflacion-el-salvador/>

Es un método de evaluación de proyectos de inversión que consiste en determinar el valor presente de los flujos de fondos del negocio, usando tasa de descuento acorde al rendimiento mínimo esperado.

La VAN de un proyecto puede presentar tres alternativas:

- VAN > 0, se acepta el proyecto.
- VAN = 0a rentabilidad será igual a la tasa de rechazo.
- VAN <0 se rechaza el proyecto.

La fórmula de la VAN es la siguiente:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Vt}{(1+k)^t} - I_0$$

Dónde:

Io: Inversión Inicial.

Vt: Flujo de caja neto anual.

t: Tasa Mínima Atractiva de Rendimiento (TMAR) o Tasa de Actualización.

n: años en análisis del Proyecto

La VAN se interpreta de la siguiente manera:

- Si el VAN es positivo la rentabilidad de la inversión está sobre la tasa de inversión actualizada o de rechazo, el proyecto se acepta (VAN >0)
- Si el VAN es cero, la rentabilidad será igual a la tasa de rechazo. Por lo tanto si el proyecto da un VAN positivo o igual a cero, puede considerarse aceptable, VAN =0
- Si el VAN es negativo, la rentabilidad está por debajo de la tasa de rechazo y el proyecto deberá rechazarse. VAN <0.

$$VAN = \frac{9,210.17}{(1+0.1177)^1} + \frac{9,259.43}{(1+0.1177)^2} + \frac{9,056.36}{(1+0.1177)^3} + \frac{9,056.36}{(1+0.1177)^4} + \frac{9,056.36}{(1+0.1177)^5} - 64,951.26$$

$$VAN = 8,240.29 + 7,411.97 + 6,486.02 + 5,803.00 + 5,191.92 - 64,951.26$$

$$VAN = \$ - 31,818.06$$

El valor actual neto, para el proyecto, para el tiempo estipulado es negativa (VAN<0), eso quiere decir que por medio de la técnica de evaluación financiera VAN, el proyecto no sería atractivo.

Aunque en términos financieros el proyecto parece no ser viable según el análisis del valor actual neto, es importante considerar su impacto social positivo. El proyecto ofrece beneficios significativos para la comunidad universitaria al mejorar la inserción laboral de los estudiantes y proporcionar experiencias críticas en laboratorios adecuados. Estos aspectos no se reflejan directamente en los números del VAN pero tienen un valor intangible que puede ser crucial para el desarrollo y el éxito a largo plazo de la comunidad universitaria. Por lo tanto, es recomendable evaluar el proyecto no solo desde una perspectiva financiera, sino también desde su contribución al bienestar y el crecimiento de la comunidad estudiantil y académica.

TASA INTERNA DE RETORNO - TIR

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es la tasa que hace que el valor presente neto sea igual a cero. También se conoce como la tasa de rentabilidad generada por la reinversión de los flujos netos de efectivo dentro de la operación del negocio, y se expresa en porcentaje. A veces, se la denomina Tasa Crítica de Rentabilidad al compararla con la tasa mínima de rendimiento requerida (tasa de descuento) para un proyecto de inversión específico.

La evaluación de proyectos de inversión basada en la Tasa Interna de Retorno se centra en la tasa de descuento. Si la TIR es mayor que la tasa de descuento, se recomienda aceptar el proyecto, ya que indica un rendimiento superior al mínimo requerido, siempre y cuando se reinviertan los flujos netos de efectivo. En cambio, si la TIR es menor que la tasa de descuento, se sugiere rechazar el proyecto, ya que implica un rendimiento inferior al mínimo requerido. La TIR proporciona una medida importante para evaluar la rentabilidad y la viabilidad de un proyecto de inversión.

Método de cálculo:

Como se mencionó anteriormente, se hace cero el valor VAN para encontrar el valor TIR.

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{vt}{(1+k)^t} - I_0$$

$$0 = \frac{9,210.17}{(1+TIR)^1} + \frac{9,259.43}{(1+TIR)^2} + \frac{9,056.36}{(1+TIR)^3} + \frac{9,056.36}{(1+TIR)^4} + \frac{9,056.36}{(1+TIR)^5} - 64,951.26$$

TIR = -11%

De acuerdo a la tabla anterior, se observa que la TIR obtenida para el proyecto es menor a la TMAR del proyecto ($TIR -11\% < TMAR 11.77\%$), bajo el punto de vista de la técnica de evaluación TIR, se determina que el proyecto no es atractivo para las condiciones actuales del proyecto.

Sin embargo, es fundamental considerar el impacto social positivo que el proyecto tendrá en los estudiantes de ingeniería eléctrica no refleja su verdadero valor únicamente a través de métricas financieras como la TIR. Por lo tanto, al evaluar la viabilidad de este proyecto, es importante considerar tanto su rentabilidad financiera como su impacto social y su contribución al bienestar y la mejora de oportunidades para la comunidad universitaria.

TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN - TRI

El Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) es un método que, en el corto plazo, puede ganarse la preferencia de algunas personas al evaluar proyectos de inversión. Su popularidad se debe a su facilidad de cálculo y aplicación, siendo considerado un indicador que mide tanto la liquidez del proyecto como el riesgo relativo, permitiendo anticipar eventos a corto plazo.

Es esencial destacar que, al igual que el Valor Presente Neto y la Tasa Interna de Retorno, este indicador es una herramienta financiera que optimiza el proceso de toma de decisiones. Sirve para medir el plazo necesario para que los flujos netos de efectivo de una inversión recuperen su costo o inversión inicial.

El cálculo de los flujos netos de efectivo implica recurrir a los pronósticos de la inversión inicial y del estado de resultados del proyecto. La inversión inicial representa los desembolsos que la empresa realizará al ejecutar el proyecto (año cero), debiendo aparecer con signo negativo en el estado de los flujos netos de efectivo, ya que representa salidas de dinero. Del estado de resultados del proyecto, se toman rubros como los resultados contables (utilidad o pérdida neta),

la depreciación, las amortizaciones de activos diferidos y las provisiones. La suma de estos resultados, ya sea positiva o negativa, constituirá el flujo neto de efectivo para cada periodo proyectado.

Tener en cuenta que: La depreciación, las amortizaciones de activos nominales y las provisiones, son rubros (costos y/o gastos) que no generan movimiento alguno de efectivo (no alteran el flujo de caja) pero si reducen las utilidades operacionales de una empresa. Esta es la razón por la cual se deben sumar en el estado de flujo neto de efectivo.

La fórmula es la siguiente:

Tiempo de recuperación de la inversión = Inversión inicial / utilidad promedio.

Donde:

Utilidad promedio = utilidad neta/número de periodos.

La utilidad neta se obtiene del estado de flujo de efectivo por año y se utiliza la utilidad acumulada del año 5 para realizar el cálculo de la TRI.

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Utilidad neta	\$ 2,323.43	\$ 2,372.69	\$ 2,372.69	\$ 2,372.69	\$ 2,372.69

$$TRI = 64,951.26 / (11,814.19/5)$$

$$\underline{TRI = 27.5 \text{ años}}$$

El tiempo de recuperación de la inversión es de 27 años con 6 meses aproximadamente.

Aunque el tiempo de recuperación de inversión del proyecto se considera largo y sugiere que no es viable desde un punto de vista estrictamente financiero, es esencial considerar su impacto social positivo en la comunidad universitaria. La mejora en la inserción laboral y las experiencias críticas en laboratorios adecuados para los estudiantes son beneficios que pueden tener un impacto a largo plazo en el desarrollo y el éxito de la comunidad académica.

Es importante reconocer que la influencia de los costos de la máquina de prueba de impulso y los ensayos dirigidos a los estudiantes que no pueden tener un costo arancelario, no generan ingresos y deben ser absorbidos por los servicios ofrecidos a las distribuidoras de energía, lo que influye tanto en la inversión como en las utilidades, lo que en consecuencia afecta directamente al TRI.

EVALUACIÓN BENEFICIO – COSTO

La evaluación beneficio-costo brinda la oportunidad de cuantificar los costos y beneficios asociados al proyecto de implementación del Laboratorio de Potencia. Gran parte de estos beneficios se centran principalmente en el desarrollo de competencias en la comunidad estudiantil, especialmente en la carrera de ingeniería eléctrica. Sin embargo, los efectos mencionados a menudo resultan difíciles de cuantificar, ya que muchos de ellos surgirán a partir de la formación de la población estudiantil.

La relación Beneficio-Costo (B/C) revela la cantidad de dinero que el Laboratorio de Potencia recibirá por cada unidad monetaria invertida. Este valor se calcula dividiendo los ingresos brutos actualizados (beneficios) entre la inversión inicial. Este indicador ofrece una medida de la relación existente entre los ingresos generados por el Laboratorio de Potencia y los costos incurridos a lo largo de su vida útil, incluyendo la inversión total. La aplicación de esta métrica proporcionará una visión clara de la eficiencia financiera y la rentabilidad del proyecto en el tiempo.

El análisis de la relación beneficio-costo para el Laboratorio de Potencia, se detalla de la siguiente manera:

Relación B/C Mayor que la Unidad: En este caso, si la relación beneficio-costo es mayor que la unidad, se acepta la implementación del Laboratorio de Potencia. Esto indica que los beneficios generados superan los costos, lo cual es un indicador positivo para la viabilidad del proyecto.

Relación B/C Menor que la Unidad: Cuando la relación beneficio-costo es menor que la unidad, se recomienda rechazar la implementación del Laboratorio de Potencia. En esta situación, los beneficios proyectados no justifican los costos asociados, lo que sugiere que la viabilidad económica del proyecto es cuestionable.

Relación B/C Igual a la Unidad: Si la relación beneficio-costo es igual a la unidad, la implementación del Laboratorio de Potencia, se vuelve indiferente. Esto implica que los beneficios son exactamente iguales a los costos, y no hay ni ganancias ni pérdidas netas asociadas con el proyecto.

El análisis beneficio-costo para el proyecto de implementación del Laboratorio de Potencia sigue el procedimiento descrito anteriormente, proporcionando un marco claro para la toma de decisiones en función de la relación entre beneficios y costos.

El primer paso crucial implica establecer el enfoque del análisis económico, definiendo los segmentos que estarán sujetos a la identificación de beneficios y costos en relación con las actividades planificadas para el Laboratorio de Potencia. Durante este proceso, se establecerán pautas claras para guiar la identificación de estos elementos. A continuación, se procede a la individualización y evaluación tanto de los beneficios como de los costos derivados de la implementación y operación del laboratorio, abordándolos de manera tanto individual como en conjunto. Finalmente, se realiza el cálculo de la relación entre estos factores para determinar la existencia de ingresos superiores a los egresos previstos por la Universidad de El Salvador. Este análisis es fundamental para establecer la viabilidad económica del proyecto y asegurar que los resultados financieros respalden la toma de decisiones relacionadas con el Laboratorio de Potencia.

1.1.3 Establecimiento del Enfoque de Análisis Beneficio Costo

Es esencial definir el enfoque a utilizar en este estudio económico, especificando el tipo de beneficios y costos para los cuales se recopilará información con el fin de cuantificarlos y valorarlos en la evaluación del proyecto. Se detallan a continuación las categorías pertinentes:

Beneficios: Los "beneficios" se refieren a las ganancias o mejoras resultantes de la implementación de un proyecto o iniciativa.

Costos: Son los diferentes valores monetarios que resultan de la inversión necesaria para la implementación del laboratorio, clasificados en costos de producción, de comercialización y administrativos.

1.1.4 Evaluación de Beneficios

Ingresos por venta: Este concepto se refiere simplemente al ingreso total que la Universidad de El Salvador obtiene mediante la venta de servicios proporcionados por el Laboratorio de Potencia a los diversos segmentos del mercado consumidor, totalizando un monto de \$190,999.46. Esta cifra fue calculada y proyectada para un período de 5 años como parte de la estimación del flujo neto de efectivo.

Tabla 240 Ingresos por ventas

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	TOTAL
Ingresos por ventas (+)	\$ 36,921.07	\$ 36,921.07	\$ 36,921.07	\$ 36,921.07	\$ 36,921.07	\$ 184,605.33

Nota: Elaboración propia

Ahorros en costos por servicios brindados a estudiantes: Este concepto hace referencia al ahorro en el costo de contratar los servicios.

Tabla 241 Cantidad de ensayos por año

	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5
PRUEBA	Estudiantes	Estudiantes	Estudiantes	Estudiantes	Estudiantes
Rigidez dielectrica	12	13	13	13	13
Factor de potencia	12	13	13	13	13
Determinación de color	12	13	13	13	13
Número de neutralización	12	13	13	13	13
Inspección visual	12	13	13	13	13
Impulso de tipo rayo	4	4	4	4	4
TOTAL	64	69	69	69	69

Nota: Elaboración propia

Para cuantificar el beneficio por ahorros en servicios brindados a estudiantes se multiplica el precio de referencia de la competencia por la cantidad de servicios necesarios.

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	TOTAL
Ahorro en costos por pruebas de estudiantes	\$ 8,900.00	\$ 9,600.00	\$ 9,600.00	\$ 9,600.00	\$ 9,600.00	\$ 47,300.00

RESUMEN DE BENEFICIOS EVALUADOS

Tabla 242 Beneficios anuales estimados

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	TOTAL
Ingresos por ventas (+)	\$ 36,921.07	\$ 36,921.07	\$ 36,921.07	\$ 36,921.07	\$ 36,921.07	\$ 184,605.33

Ahorro en costos por pruebas de estudiantes	\$8,900.00	\$9,600.00	\$9,600.00	\$9,600.00	\$9,600.00	\$ 47,300.00
TOTAL	\$ 45,821.07	\$ 46,521.07	\$ 46,521.07	\$ 46,521.07	\$ 46,521.07	\$ 231,905.33

Nota: Elaboración propia

1.1.5 Evaluación de Costos

Inversión para la implementación del laboratorio de potencia: se refiere al importe necesario destinado a poner en marcha y operar de manera efectiva el laboratorio de potencia. Este monto ha sido estimado en la sección correspondiente de este estudio, abarcando tanto los aspectos tangibles como intangibles necesarios para el funcionamiento óptimo del laboratorio a lo largo de un ciclo lectivo. La cuantía total de esta inversión se sitúa en \$64,951.26.

Los costos del Laboratorio de Potencia abarcan todos los costos recurrentes en los que incurre el laboratorio para llevar a cabo sus actividades productivas, de comercialización y administrativas. Dado que el desglose detallado de cada tipo de costo y su proceso de cálculo se explican minuciosamente en la sección de costos del proyecto, en este momento solo se retomarán los valores previamente calculados para establecer el costo total correspondiente al período en análisis, que asciende a \$172,806.14.

Tabla 243 Costos incurridos para el Laboratorio de Potencia

COSTOS TOTALES DEL PROYECTO AÑO 1						
RUBRO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	TOTAL
COSTOS DE PRODUCCIÓN	\$32,852.88	\$32,853.63	\$32,853.63	\$32,853.63	\$32,853.63	\$ 164,267.39
COSTOS DE COMERCIALIZACIÓN	\$149.29	\$99.29	\$99.29	\$99.29	\$99.29	\$546.45
COSTOS ADMINISTRATIVOS	\$ 1,595.46	\$1,595.46	\$1,595.46	\$1,595.46	\$1,595.46	\$ 7,977.30
TOTAL \$	\$34,597.63	\$34,548.38	\$34,548.38	\$34,548.38	\$34,548.38	\$172,791.14

Nota: Elaboración propia

El monto total de los costos incurridos para el Laboratorio de Potencia, durante el periodo de análisis, asciende a \$237.757.39 como se resume en el siguiente cuadro:

Tabla 244 Resumen de los costos incluyendo la inversión del proyecto

COSTOS	
INVERSIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO	\$ 64,951.26
COSTOS ANUALES DEL LABORATORIO	\$ 172,806.14
TOTAL	\$ 237,757.39

Nota: Elaboración propia

1.1.6 Cálculo del Beneficio Costo

Después de haber identificado los beneficios totales obtenidos por los diversos segmentos poblacionales en análisis, es posible calcular la razón beneficio-costo. Para llevar a cabo esta estimación, se utilizan los montos de costos y beneficios totales que se establecieron anteriormente en el análisis del proyecto.

$$B/C = \frac{\text{Beneficios totales}}{\text{Costos totales}}$$

$$B/C = \$231,905.33/\$237,757.39$$

$$\frac{B}{C} = 0.98$$

En otras palabras, por cada unidad de costo, el proyecto genera aproximadamente 0.98 unidades de beneficio, lo que significa que el proyecto tiene un riesgo asociado considerable, este riesgo se ve reflejado más adelante con los escenarios elaborados y el impacto que tendría para el proyecto, eliminar algunos costos que mejoran la salud financiera de la propuesta.

2. EVALUACIÓN FINANCIERA

2.1 Razones financieras

Las razones financieras son esencialmente relaciones matemáticas entre dos partidas de los estados financieros. Estos indicadores son herramientas fundamentales para evaluar la salud financiera de una empresa o un proyecto, brindando información crucial para la toma de decisiones y proporcionando una visión del rumbo actual de la empresa y sus perspectivas futuras. Originadas a partir del análisis de las cifras contables y estados financieros de la empresa, las razones financieras ofrecen un método claro y directo para interpretar el estado financiero de la entidad, revelando aspectos que los estados financieros por sí solos pueden no exponer de manera evidente.

Las razones financieras posibilitan comparaciones entre diferentes periodos contables o económicos de la empresa, permitiendo evaluar el comportamiento de la misma a lo largo del tiempo. Esto facilita la realización de proyecciones a corto, mediano y largo plazo, así como la revisión y corrección de estrategias basadas en evaluaciones de resultados pasados.

Además, estas razones posibilitan la comparación de desempeño con otras empresas del mismo sector, proporcionando un marco de referencia para entender la posición relativa y competitiva de la entidad en su industria.

Las principales razones financieras son:

- Razones de liquidez
- Razones de endeudamiento.
- Razones de rentabilidad.

Para el proyecto, se realizará el ejercicio de cálculo de razones de rentabilidad debido a que no se cuenta con endeudamiento y en el balance general, el Laboratorio no posee pasivos durante los 5 años de estudio. El análisis se realizará para el final del tercer año de operación (a excepción del ROI, este se hará con los datos acumulados de utilidad neta al año 5 del proyecto), en donde

el Laboratorio ha superado los primeros 24 meses de operación considerados como “valle de la muerte” para las organizaciones, en donde existe la mayor probabilidad de fracaso.

Razones de Rentabilidad:

Margen de Utilidad Neta: Muestra el porcentaje de ingresos que se convierte en utilidad neta.

$$\text{Margen de utilidad neta} = \text{utilidad neta año 3} / \text{ingresos totales año 3} \times 100$$

$$\text{Margen de utilidad neta} = \frac{2,372.69}{36,921.07} \times 100$$

$$\text{Margen de utilidad neta} = 6.40\%$$

El resultado de margen de utilidad neta del 6.40% significa que por cada dólar de ingresos que el Laboratorio genera, obtiene un beneficio neto de aproximadamente \$0.06 después de deducir todos los costos y gastos.

Retorno sobre la Inversión (ROI): Evalúa la eficiencia de una inversión al comparar las utilidades generadas con la inversión total.

$$ROI = \text{utilidad neta} / \text{inversión total} \times 100$$

$$ROI = \frac{11,814.19}{64,951.26} \times 100$$

$$ROI = 18.19\%$$

Un ROI del 18.19% significa que, por cada dólar invertido, el Laboratorio está obteniendo aproximadamente \$0.18 de beneficio neto.

Retorno sobre el Patrimonio (ROE): Indica la rentabilidad generada sobre el capital propio de la empresa. El patrimonio neto se obtiene

$$ROE = \text{utilidad neta año 3} / \text{patrimonio neto año 3} \times 100$$

$$ROE = \frac{2,372.69}{94,370.87} \times 100$$

$$ROE = 15.93\%$$

El resultado obtenido indica que por cada dólar de capital propio invertido, el Laboratorio está obteniendo un retorno del 3.86% en beneficio neto, es decir \$0.04.

Rendimiento sobre los activos: Efectividad global para generar utilidades con los activos disponibles, es decir capacidad de generar utilidades del capital a invertir. Mide la efectividad total de la administración para evaluar la eficiencia en el uso de los activos.

$$\text{Rendimiento sobre los activos} = \text{utilidad neta año 3} / \text{activos totales año 3}$$

$$\text{Rendimiento sobre los activos} = \frac{2,372.69}{94,370.87}$$

$$\text{Rendimiento sobre los activos} = 0.01593$$

El Laboratorio está ganando un 1.5% sobre sus ventas, se puede decir que el Laboratorio es eficaz para la generación de utilidades de las ventas que realiza y que un 1.5% de las ventas que realiza, se convierten en utilidades.

2.2 Análisis de Sensibilidad

En el análisis de sensibilidad se consideran como variables importantes dentro del proyecto a las ventas netas, los costos fijos y los costos variables.

Las ventas netas: representan los ingresos que genera el proyecto, por lo tanto una caída en ventas representaría uno de los riesgos más importantes, debido a que provocaría que el resultado sea negativo para el Laboratorio, lo que llevaría a replantear el proyecto, en caso contraria si las ventas aumentaran, se tendría mayor liquidez para el proyecto.

Costos Fijos: dichos costos no representan variación dentro del proyecto y son sobre los cuales se tienen relativamente un mayor control. A pesar del control que se puede tener, estos costos no varían según el volumen de servicios ofrecidos.

Costos Variables: En esta cuenta la energía eléctrica es el mayor costo, tomando en cuenta que las tarifas de la energía son variables y dependen de diversos factores, es importante presentar escenarios en los cuales el incremento de la energía puede erosionar el resultado del Laboratorio en los meses.

Escenario 1: Disminución del 25% de las ventas.

La variable más crítica en términos de sensibilidad es representada por los ingresos por venta. Se realiza el escenario del -25% de las ventas en el supuesto que la distribuidora de energía DELSUR no esté interesada en los servicios del Laboratorio de Potencia, el 25% es la estimación del mercado que abarca la distribuidora DELSUR en El Salvador.

RESULTADOS:

En la siguiente tabla se muestran los resúmenes de las variables más sensibles:

Tabla 245 Análisis de sensibilidad

	-25%	Escenario ideal
Ingresos por ventas (+)	\$ 27,690.80	\$ 36,921.07
Costo de producción (-)	-\$ 32,664.34	-\$ 32,852.88
Utilidad Bruta (=)	-\$ 4,973.54	\$ 4,068.18
Costo de comercialización (-)	-\$ 149.29	-\$ 149.29
Costo de administración (-)	-\$ 1,595.46	-\$ 1,595.46
Utilidad antes de impuestos (=)	-\$ 6,718.29	\$ 2,323.43
Impuesto sobre la renta (-)	0	0
Utilidad neta del periodo (=)	-\$ 6,718.29	\$ 2,323.43

Nota: Elaboración propia

De la tabla se corrobora la gran importancia que representan las ventas y costos variables, estas variables generan distintos valores en margen de utilidad bruta y margen de utilidades antes de

impuesto. Si las ventas decrecen, los distintos márgenes se reducen a tal punto que se vuelven negativos en el escenario de disminución de los ingresos por venta.

Escenario 2: Sin inversión de equipo para prueba de impulso de tipo rayo

Este escenario surge en base a la información obtenida en el estudio de mercado en donde se identifica que no existe una demanda por parte de la empresa privada para la solicitud de servicios de pruebas destructivas como es la prueba de impulso de tipo rayo.

En base a este escenario, se muestran los siguientes cambios en la inversión inicial:

Cambios en inversión inicial

El hecho de no tomar en cuenta la inversión en la máquina de tipo rayo debido a la no demanda en el mercado y tomando que las condiciones actuales de la maquina permiten realizar ensayos a estudiantes. La inversión se ve disminuida en \$22,600 dólares.

Tabla 246 Resumen de la Inversión bajo el escenario sin la prueba de impulso de tipo rayo

RESUMEN DE LA INVERSION FIJA	
RUBRO	COSTO
Inversión de Obra Civil	\$ 146.00
Maquinaria y Equipo	\$ 7,607.89
Mobiliario del área productiva	\$ 8,356.80
EQQ DE PROTECCIÓN PERSONAL	\$ 477.80
MANEJO DE MATERIALES	\$ 1,950.00
Equipo de oficina	\$ 1,455.49
SUBTOTAL	\$ 19,993.98
Investigación y estudios previos	\$ 5,919.00
ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO	\$ 9,600.00
SUBTOTAL	\$ 15,519.00
SUBTOTAL INVERSIÓN FIJA	\$ 35,512.98
Materiales Directos	\$ 84.44
Pago de Salarios	\$ 6,340.88
Suministro de energía eléctrica	\$ 185.89
Agua potable	\$ 69.00
Insumos de área administrativa	\$ 158.07
SUBTOTAL CAPITAL DE TRABAJO	\$ 6,838.28
TOTAL DE INVERSIÓN	\$ 42,351.26

Nota: Elaboración propia

Con los cambios hechos en la inversión inicial, se muestran el estado de resultados a 5 años y los cambios en los indicadores financieros relacionado con la medición de la inversión:

Tabla 247 Utilidad del periodo bajo el escenario planteado

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ingresos por ventas (+)	\$ 36,922.99	\$ 37,550.68	\$ 38,189.04	\$ 38,838.25	\$ 39,498.50
Costo de producción (-)	-\$ 30,931.88	-\$ 30,932.63	-\$ 30,932.63	-\$ 30,932.63	-\$ 30,932.63
Utilidad Bruta (=)	\$ 5,991.10	\$ 6,618.05	\$ 7,256.41	\$ 7,905.63	\$ 8,565.88
Costo de comercialización (-)	-\$ 149.29	-\$ 99.29	-\$ 99.29	-\$ 99.29	-\$ 99.29
Costo de administración (-)	-\$ 1,596.46	-\$ 1,597.46	-\$ 1,598.46	-\$ 1,599.46	-\$ 1,600.46
Utilidad antes de impuestos (=)	\$ 4,245.35	\$ 4,921.30	\$ 5,558.66	\$ 6,206.88	\$ 6,866.13
Impuesto sobre la renta (-)	0	0	0	0	0
Utilidad neta del periodo (=)	\$ 4,245.35	\$ 4,921.30	\$ 5,558.66	\$ 6,206.88	\$ 6,866.13

Nota: Elaboración propia

Tabla 248 Comparación de indicadores financieros bajo el escenario planteado

	Escenario Inicial	Escenario sin inversión maq. Tipo rayo	Variación
VAN	\$ 35,348.39	\$57,948.39	\$22,600.00
Tiempo de recuperación de la inversión	6.24	4.07	-2.17
Retorno sobre la inversión	28.01%	42.96%	14.95%

Nota: Elaboración propia

En conclusión, el escenario de no invertir en la readecuación de la máquina de impulso de tipo de rayo mejora los indicadores de VAN, TRI y ROI.

Escenario 3: Sin compra de máquina de prueba de impulso de tipo rayo y disminución de gastos de personal del proyecto.

Este escenario surge en base a la necesidad de agilizar el proceso de formación del equipo de proyecto y apalancándose del talento de los estudiantes a través del servicio social, trabajo de graduación y/o pasantía, así como el personal disponible de la Universidad. Este escenario considera que los estudios previos mencionados en la inversión han sido realizados por este equipo de trabajo. Por lo cual, la inversión se muestra de la siguiente manera:

RESUMEN DE LA INVERSION FIJA

RUBRO	COSTO
Inversión de Obra Civil	\$ 146.00
Maquinaria y Equipo	\$ 7,607.89
Mobiliario del área productiva	\$ 8,356.80
Equipo de Protección Personal	\$ 477.80
Manejo de materiales	\$ 1,950.00
Equipo de oficina	\$ 1,455.49
SUBTOTAL	\$ 19,993.98
Investigación y estudios previos	\$ -
Administración del proyecto	\$ -
SUBTOTAL	\$ -
SUBTOTAL INVERSIÓN FIJA	\$ 19,993.98
Materiales Directos	\$ 84.44
Pago de Salarios	\$ 6,340.88
Suministro de energía eléctrica	\$ 185.89
Agua potable	\$ 69.00
Insumos de área administrativa	\$ 158.07
SUBTOTAL CAPITAL DE TRABAJO	\$ 6,838.28
TOTAL DE INVERSIÓN	\$ 26,832.26

Con los cambios hechos en la inversión inicial, se muestran el estado de resultados a 5 años y los cambios en los indicadores financieros relacionado con la medición de la inversión:

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ingresos por ventas (+)	\$ 36,921.07	\$ 36,921.07	\$ 36,921.07	\$ 36,921.07	\$ 36,921.07
Costo de producción (-)	-\$ 30,931.88	-\$ 30,932.63	-\$ 30,932.63	-\$ 30,932.63	-\$ 30,932.63
Utilidad Bruta (=)	\$ 5,989.18	\$ 5,988.44	\$ 5,988.44	\$ 5,988.44	\$ 5,988.44
Costo de comercialización (-)	-\$ 149.29	-\$ 99.29	-\$ 99.29	-\$ 99.29	-\$ 99.29
Costo de administración (-)	-\$ 432.32	-\$ 432.32	-\$ 432.32	-\$ 432.32	-\$ 432.32
Utilidad antes de impuestos (=)	\$ 5,407.57	\$ 5,456.83	\$ 5,456.83	\$ 5,456.83	\$ 5,456.83
Impuesto sobre la renta (-)	0	0	0	0	0
Utilidad neta del periodo (=)	\$ 5,407.57	\$ 5,456.83	\$ 5,456.83	\$ 5,456.83	\$ 5,456.83

	Escenario ideal	Escenario 3	Variación
VAN	- 31,818.06	- 734.75	31,083.31
Tiempo de recuperación de inversión	27	5	22

Retorno sobre inversión	18%	101%	22%

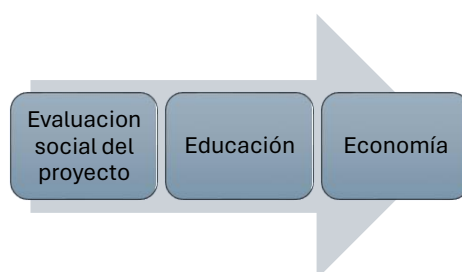
En conclusión, el escenario de no invertir en la readecuación de la máquina de impulso de tipo de rayo y apalancarse del talento interno de la Universidad, mejora los indicadores de VAN, TRI y ROI.

3. EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO

La evaluación social es el proceso en el cual se identifican y valorizan los beneficios y costos de un proyecto particular, de manera de determinar la rentabilidad en términos sociales, es decir, el aumento del bienestar social que traerá dicho proyecto para la comunidad. Por lo que el objetivo final de la evaluación social es determinar si es conveniente o no llevar a cabo el proyecto.

En la reactivación del Laboratorio de Potencia se consideran las siguientes áreas de evaluación social del proyecto.

Diagrama 44 Áreas de evaluación



Nota: Elaboración propia

3.1 Educación

La reactivación del Laboratorio de Potencia traerá beneficios sociales principalmente relacionados con el desarrollo del nivel educativo superior en el país, al preparar profesionales en el área de la carrera de Ingeniería Eléctrica que serán aptos para afrontar los retos de un mercado más competitivo.

Los principales impactos sociales en términos de educación que podemos mencionar aspectos como:

El impacto académico: Para el año 2023 la Universidad de El Salvador cuenta con total de 49323 estudiantes Inscritos, de los cuales 4510 pertenecen a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y de los cuales 474 pertenecen a la Facultad de Ingeniería Eléctrica, en términos porcentuales el 10.5% de la población estudiantil de la Facultad estará directamente beneficiada con la reactivación del Laboratorio de Potencia.

En la siguiente grafica podemos observar el número de estudiantes inscritos por facultad.

Tabla 249 Estudiantes inscritos en la FIA en el año 2024

FACULTAD	CICLO I		
	Masculino	Femenino	Total
Facultad de Medicina	1585	3689	5274
Facultad de Ciencias Económicas	3066	4879	7945
Facultad de Ingeniería y Arquitectura	3672	1705	5377
Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales	1429	2434	3863
Facultad de Ciencias Agronómicas	642	1170	1812
Facultad de Ciencias y Humanidades	2474	4867	7341
Facultad de Química y Farmacia	269	505	774
Facultad de Odontología	170	397	567
Facultad de Ciencias Naturales y Matemática	735	923	1658
Facultad Multidisciplinaria Paracentral	958	1162	2120
Facultad Multidisciplinaria Oriental	3581	4930	8511
Facultad Multidisciplinaria de Occidente	3979	4628	8607
Totales	22560	31289	53849

Específicamente en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura podemos observar el número de estudiantes inscritos por carrera para el año 2024.

Tabla 250 Cantidad de estudiantes Inscritos en la Carrera de Ingeniería Eléctrica

CARRERA	PLAN ESTUDIO	GENERO		TOTAL
		Masculino	Femenino	

CARRERA	PLAN ESTUDIO	GENERO		TOTAL
I10515-Ingeniería de Sistemas Informáticos	1998	560	148	708
I10515EL-Ingeniería de Sistemas Informáticos	2017	838	232	1070
I10502-Ingeniería Industrial	1998	1	1	2
I10502-Ingeniería Industrial	2017	313	241	554

I10502EL-Ingeniería Industrial	2017	448	264	712
I10503-Ingeniería Mecánica	1998	271	38	309
A10507-Arquitectura	1998	322	377	699
I10506-Ingeniería Química	1998	154	126	280
I10511-Ingeniería de Alimentos	1998	67	61	128
I10501-Ingeniería Civil	1998	336	173	509
I10504-Ingeniería Eléctrica	1998	361	44	405
I10504-Ingeniería Eléctrica	1978	1	0	1
Totales		3672	1705	5377

Como podemos observar la reactivación del Laboratorio de Potencia impactara directamente a 406 estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica, dotando de conocimientos y competencias a los estudiantes, así como mejorando sus habilidades como:

Habilidades técnicas: Se pueden desarrollar competencias técnicas especializadas relacionadas directamente con las demandas del mercado actual, y a los servicios que impulsara el Laboratorio de Potencia, reforzando el aprendizaje adquirido de manera teórica a lo largo de la carrera.

Capacidad de Investigación: El acceso a nuevos instrumentos y equipos facilita la realización de investigaciones en el campo de pruebas a transformadores, mejorando las habilidades de recolección de datos y así realizando mejores análisis con datos obtenidos de primera mano.

Adaptabilidad: Con la reactivación del Laboratorio de potencia los estudiantes serán capaces de adquirir nuevos conocimientos y capacidades, adaptándose a las demandas del mercado actual en la Industria Eléctrica, la cual cada día es más exigente, el Laboratorio proporcionará un entorno

práctico que contribuye de gran manera al desarrollo integral de las habilidades de los estudiantes.

3.2 Economía

La reactivación del laboratorio no solo contribuye en gran medida al avance del conocimiento en la rama de educación, sino que también puede generar un impacto positivo en la economía nacional, impulsando la innovación a través de la oferta de servicios que el Laboratorio de Potencia ofrecerá al mercado, la formación de profesionales especializados.

En El Salvador, durante los últimos 10 años, el sector energético ha mostrado avances importantes, como el aumento de la capacidad instalada de fuentes renovables, el acceso de los hogares al servicio eléctrico, reformas regulatorias e institucionales para la reestructuración y la inversión. En conjunto, todos estos factores continúan propiciando el desarrollo de la matriz energética y su productividad.

Entre 2012 y 2022, el sector eléctrico percibió altos niveles de inversión en proyectos para mejorar y ampliar la capacidad productiva. Aproximadamente, más de USD2,500.0 millones en inversión han significado un crecimiento del 44.6% en la actividad productiva del sector, en el periodo mencionado. En 2022, la actividad incrementó en un 14.2% en relación con 2021 y representó el 2.8% del PIB.

Durante el 2022, El Salvador generó el 29.1% de las inyecciones al Mercado Eléctrico Regional (MER) de Centroamérica, una participación sustancialmente mayor al 12.6% registrado en 2021 y únicamente superado por Guatemala (2022: 33.2%). La capacidad instalada de los países que conforman el MER totalizó 17,469.8 MW, del cual el 16.2% lo aporta la infraestructura salvadoreña.

Para el cierre del año 2023 la economía salvadoreña se fortaleció registrando un crecimiento del 3%, según la medición del PIB desde el enfoque de la producción todos los bienes y servicios, 17 de las 19 actividades económicas registraron un comportamiento positivo, entre las cuales se puede mencionar el rubro de Electricidad registrando un incremento del 16.8%, servicios profesionales, técnicos y científicos con un incremento de 11.4%.

Todo el aporte generado por el laboratorio en este sector contribuye en diferente manera entre las que podemos mencionar:

Investigación y desarrollo: A través de investigaciones generadas por un análisis de resultados de las diferentes pruebas que el Laboratorio de Potencia generara en el rubro energético, contribuyendo al conocimiento y al desarrollo de soluciones más eficientes.

Formación de recurso humano: Al proporcionar educación y formación especializada, el laboratorio contribuye de gran manera a preparar profesionales altamente calificados que pueden aportar conocimiento en todos los sectores ya mencionados

El costo económico que implica desarrollar talento humano fuera de El Salvador es otro gran aporte generado por el Laboratorio de Potencia, en la siguiente tabla se refleja el costo en el extranjero de algunos servicios que el laboratorio de Potencia realizará y que todos los estudiantes tendrán la oportunidad de adquirir estos conocimientos de manera gratuita.

Tabla 251 Costo de las pruebas en el mercado competidor

Prueba	Costo
Rigidez dieléctrica	\$210.00
Factor de Potencia	\$210.00
Determinación de color	\$45.00
Número de neutralización	\$110.00
Inspección visual	\$125.00
Impulso de tipo rayo	\$125.00
TOTAL	\$825.00

Nota: Elaboración propia

Por lo que a la Universidad de El Salvador le costaría un total de \$825.00 por estudiante, la aplicación de cada prueba en el extranjero aproximadamente.

En la siguiente tabla se retoma el dato de ahorro en costos por pruebas de estudiantes, vistas en la evaluación de beneficio-costos, donde se refleja el ahorro en costos por pruebas de estudiantes, basado en la proyección de estudiantes inscritos en los próximos 5 años.

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	TOTAL
Ahorro en costos por pruebas de estudiantes	\$ 8,900.00	\$ 9,600.00	\$ 9,600.00	\$ 9,600.00	\$ 9,600.00	\$ 47,300.00

Así mismo se retoma el siguiente cuadro que muestra las asignaturas que hacen uso del Laboratorio de Potencia y el número de inscripciones en estas asignaturas durante el año 2023

Tabla 252 Cantidad de estudiantes inscritos en las asignaturas que hacen uso del Edificio de Potencia

Cátedras que permiten el uso y enseñanza de las pruebas de laboratorio	Ciclo académico	Cantidad de inscritos año 2023
Prueba de Impulso de Alta Tensión T. E	X	1
Control de Motores Eléctricos T. E	X	0
Sistemas de Generación Eléctrica T. E	X	1
Subestaciones Eléctricas	IX	12
Conversión de Energía Electromagnética (CEE115)	VII	52
Proyectos de Eléctrica	IX	69
TOTAL		135

Nota: Elaboración propia

Como podemos observar en el último año las asignaturas que podrían haber hecho uso del Laboratorio de Potencia tienen un total de 135 inscripciones.

4. EVALUACIÓN AMBIENTAL

El proyecto de reactivación del Laboratorio de Potencia de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador tendrá impactos ambientales ya sean positivos o negativos, por lo cual es necesario desarrollar un análisis que nos permita evaluar que impactos se generarán y cuáles serían sus posibles causas.

La evaluación ambiental del Laboratorio de Potencia implica analizar su impacto en términos de residuos, emisiones y consumo de recursos. Se consideran factores como la gestión de productos químicos, la eficiencia energética y la disposición de residuos que permitan garantizar prácticas sostenibles y cumplimiento ambiental.

Las prácticas sostenibles consisten en acciones y comportamientos que buscan satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Estas prácticas se centran en la conservación de recursos, la reducción de impactos ambientales y la promoción de la equidad y económica.

Para que un proyecto sea considerado sostenible debe cumplir las siguientes características:

- La ubicación en el entorno: Es de vital importancia aprovechar al máximo la eficiencia energética, como el ingreso de luz y ventilación natural. También es de vital importancia considerar la accesibilidad del transporte.
- Energías renovables eficientes: La utilización de fuentes solares para reducir al mínimo las necesidades de climatización, además del uso de sistemas certificados, iluminación eficiente y materiales aislantes en losas y muros, de esta manera se busca reducir las emisiones.
- Consumo responsable del agua: Todas las instalaciones deben utilizar este recurso de una manera eficiente, es fundamental que se minimice el consumo y de ser posible reciclar este recurso, reutilizarla a través de sistemas de recolección de agua lluvia.

Objetivos de la Evaluación Ambiental

La evaluación ambiental tiene como objetivo principal analizar y valorar los impactos que pueden generar determinadas acciones.

- Determinar y describir los posibles impactos ambientales que podrán surgir como resultado de una acción propuesta. Esto implica examinar los aspectos físicos, biológicos, químicos y sociales del entorno afectado.
- Analizar las condiciones actuales del medio ambiente en la zona de influencia del proyecto, para establecer una línea base que permita comparar y evaluar los cambios que podrían ocurrir.
- Estimar y prevenir los impactos ambientales que podrían surgir en el futuro como resultado de la implementación de la acción propuesta. Esto implica considerar diferentes escenarios y condiciones.
- Involucrar a los interesados en el proyecto en el proceso de evaluación ambiental.
- Proporcionar información objetiva y detallada que facilite la toma de decisiones por parte de los responsables de aprobar o rechazar el proyecto.
- Evaluar la viabilidad del proyecto desde una perspectiva de sostenibilidad a largo plazo, asegurando que no comprometa de manera significativa la capacidad del medio ambiente para sostener las futuras generaciones.

4.1 Características ambientales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador.

De acuerdo a los datos obtenidos del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el campus de la Universidad de El Salvador está catalogado de acuerdo a la clasificación de usos de suelos como Tejido Urbano Continuo que se caracteriza por ser espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada.

En cuanto a las fuentes de agua en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura no cuenta con cuerpos de aguas superficiales, pero si se tienen datos de un pozo de agua ubicado a 700 metros de la FIA según los datos del visualizador de información Geográfico de Evaluación Ambiental (VIGEA-MARN) en las coordenadas (Longitud: -89.205698, Latitud: 13.717000) aproximadamente.

A lo largo de los últimos años la facultad ha experimentado diversidad de cambios que le han afectado en el deterioro ambiental y a raíz de esto se crea la Unidad Ambiental UNAUES. creada mediante el acuerdo No. 011-2013-2015 (V-1.8) del Consejo Superior Universitario, CSU, tomado en Sesión Ordinaria el día 20 de febrero de 2014. Posteriormente, por medio del acuerdo No.90/2013-2015 (VI), emitido por la Asamblea General Universitaria, AGU, del 6 de marzo de 2015, se ratificó la creación de esta Unidad Ambiental.

Las funciones de las Unidades Ambientales Institucionales, según lo establece el Art. 9 del Reglamento General de la Ley de Medio Ambiente, son las siguientes:

1. Supervisar, coordinar y dar seguimiento a la incorporación de la dimensión ambiental en las políticas, planes, proyectos y acciones ambientales dentro de su institución.
2. Apoyar al Ministerio de Medio Ambiente en el control y seguimiento de la Evaluación Ambiental.
3. Recopilar y sistematizar la información ambiental dentro de su institución.

UNAUES está compuesto por las diferentes autoridades pertenecientes a los decanatos, su principal función es de coordinar y apoyar acciones que realicen las subunidades ambientales de las doce facultades, incluyendo la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

A partir del año 2018, el equipo técnico de la UNAUES comenzó el proceso de elaboración de la Política Ambiental Institucional, la cual fue aprobada por la Asamblea General Universitaria, AGU, el 2 de junio de 2021, cuando las actividades presenciales se estaban restableciendo, luego de la pandemia por covid19.

En junio de 2022, con motivo de la celebración del Día Mundial del Medio Ambiente, se realiza de manera oficial la presentación de la Política Ambiental Institucional.

La política Ambiental de la Universidad de El Salvador es un conjunto de principios, estrategias y lineamientos emitidos por el CSU, ratificadas por la AGU, política elaborada con base a los principios definidos en el artículo 2 de la Ley del Medio Ambiente y con lo dispuesto en el artículo 3 literal f) de la Ley Orgánica de la Universidad de El Salvador.

En tal sentido y con el fin de contribuir en forma científica, técnica, administrativa y académica, la Universidad por medio de sus autoridades e instancias académicas y administrativas en coordinación con la UNAUES y Subunidades Ambientales de las facultades deberán integrar esfuerzos y velar por el cumplimiento de la Política Ambiental que responderá a la organización

institucional, saneamiento ambiental, cambio climático, gestión de riesgo e inclusión social, eficiencia energética e hídrica, compras verdes, responsabilidad y cumplimiento.

El campus de la Universidad de El Salvador está catalogado de acuerdo con la clasificación de usos del suelo en un 100% como Tejido Urbano Continuo. El tejido urbano continuo se define como todos aquellos espacios conformados por edificaciones, así como los espacios anexos a la infraestructura edificada. Las edificaciones, vías y superficies cubiertas por el avance humano representan un 80% de la superficie del terreno. La vegetación y suelo libre representan el 20% restante.

El mayor porcentaje de fauna presente corresponde a las aves, ya que se tienen identificadas 99 especies de aves en total, sumando entre todas las especies 794 individuos conviviendo con el día a día del territorio en estudio. Entre los mamíferos presentes sobresalen 3 especies que representan 56 individuos, siendo la mayoría ardillas debido a la alta presencia de árboles en la zona.

4.2 Identificación de los Impactos Ambientales

Los impactos ambientales pueden ser clasificados por su efecto en el tiempo, en 6 grupos principales:

- Irreversible: Es aquel impacto cuya trascendencia en el medio, es de tal magnitud que es imposible de regresar a las condiciones originales.
- Temporal: Es aquel que no se prolonga en el tiempo, no produce graves efectos, por lo que la recuperación del medio ambiente es bastante rápida.
- Reversible: El medio puede recuperarse a través del tiempo, ya sea a corto, mediano o largo plazo, no necesariamente restaurándose a la línea de base original.
- Persistente: Las acciones o sucesos practicados al medio ambiente son de influencia a largo plazo, y extensibles a través del tiempo.
- Actual o potencial: El impacto actual es aquel que está ocurriendo de inmediato, y el potencial es aquel que podría ocurrir a futuro, si no se toman las medidas preventivas necesarias.
- Local o diseminado: Su impacto afecta solo a un territorio y si expande afectando espacios más lejanos de donde se produce se clasifica como impacto diseminado.

En la Reactivación del Laboratorio de Potencia de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de La Facultad de Ingeniería y Arquitectura de La Universidad de El Salvador se analizará para detectar que posibles impactos tendrá y qué medidas tomar para tomar las acciones pertinentes.

4.2.1 impactos generados por el Laboratorio de Potencia

1. Residuos Químicos: La generación y gestión de todos los residuos químicos de las diferentes pruebas realizadas puede causar una contaminación del suelo y del agua si no se manejan adecuadamente.

2. Consumo de Energía: El alto consumo de energía en el laboratorio puede contribuir a las emisiones de gases de tipo invernadero.
3. Emisiones atmosféricas: Debido a todos los equipos que se utilizarán en la realización de las pruebas, estos pueden liberar compuestos químicos que afecten la calidad del aire.
4. Consumo de Agua: Al tratarse de una reactivación del Laboratorio, el consumo de agua incrementará, esto debido a la cantidad de pruebas que se realizarán y al mantenimiento del recinto, así como también al número de personas que frecuentarán el Laboratorio de Potencia.
5. Uso de Materiales Peligrosos: Esto incluye metales para componentes electrónicos, materiales para revestimientos y aislamiento eléctrico.
6. Gestión Inadecuada de Residuos Sólidos: La concientización y la capacitación del personal son cruciales para asegurar una gestión responsable de los residuos sólidos.
7. Ruido y Vibraciones: La presencia de máquinas como el generador de impulso tipo rayo puede generar niveles significativos de ruido y vibraciones.

En la siguiente tabla se observa un resumen de todos los impactos ambientales

Tabla 253 Resumen de los impactos ambientales identificados

N°	Impactos Ambientales Laboratorio de Potencia
1	Residuos Químicos
2	Consumo de Energía
3	Emisiones Atmosféricas
4	Consumo de Agua
5	Uso de Materiales Peligrosos
6	Gestión Inadecuada de Residuos Sólidos
7	Ruido y Vibraciones

Nota: Elaboración propia

4.3 Evaluación de los Impactos Ambientales

Para la identificación y evaluación de los impactos se ha aplicado el método de Criterios Relevantes Integrados (CRI). El método CRI se basa en un análisis multicriterio, partiendo de la idea de que un impacto ambiental se puede estimar a partir de la discusión y análisis de criterios con valoración ambiental, los cuales se seleccionan dependiendo de la naturaleza del proyecto. Este método consiste en asignar valores a los efectos adversos relevantes de acuerdo a los criterios de extensión, intensidad, duración, reversibilidad y riesgo, para de esta manera alcanzar el valor de impacto ambiental por efecto y la jerarquización de los mismos.

Este método constituye una técnica excelente para la identificación y análisis de los impactos ambientales, además, de que facilita la descripción de cada impacto en su medio y su efecto en detalle para luego evaluarlo cuantitativamente a partir de los criterios de evaluación.

La metodología VIA, considera como indicadores de impactos los siguientes:

- Intensidad (I): cuantificación de la fuerza, peso o rigor con que se manifiesta el proceso o impacto puesto en marcha.
- Extensión (E): influencia espacial o superficie afectada por la acción antrópica. Es decir, medida del ámbito espacial o de superficie donde ocurre la afectación.

- Duración (D): lapso o tiempo que dura la perturbación. Período durante el cual se sienten las repercusiones del proyecto o número de años que dura la acción que genera el impacto.
- Reversibilidad (Rv): la posibilidad o dificultad para retornar a la situación actual.
- Riesgo (Ri): probabilidad de que el efecto ocurra.

Escala de valoración de indicadores

Tabla 254 Escala de valoración del impacto ambiental

Valor	Intensidad	Extensión	Duración	Reversibilidad	Riesgo
6-10	Alta	Generalizada >75%	Larga > 5 años	Irreversible	Alto >50 %
3-5	Media	Local o extensiva de 10-75 %	Media 2<5 años	Medianamente reversible	Medio 10 a 50 %
1-2	Baja	Puntual < 10 %	Corta < 2 años	Reversible a corto plazo	Bajo < 10%

Nota: Elaboración propia

También es necesario calcular el indicador de magnitud que sintetiza la intensidad, duración e influencia espacial. Es un criterio integrado que viene dado por la siguiente formula:

$$M_i = \sum((I_i * W_i) + (E_i * W_E) + (D_i * W_D))$$

Donde:

I = Intensidad

W_i = Peso de criterio Intensidad

E = Extensión

W_E = Peso de criterio Extensión

D = Duración

W_D = Peso de criterio Duración

M = Magnitud

$W_i + W_E + W_D = 1$

El índice integral de impacto ambiental VIA

El cálculo del índice de impacto se logra a través de un proceso de amalgamiento, mediante la combinación de criterios. Su fórmula es la siguiente:

$$VIA = M_i^{wm} * RGi^{wrg} * Ri^{wr}$$

Donde:

VIA = índice de impacto ambiental

RG = Reversibilidad

Ri = Riesgo

M = Magnitud

wm = El peso considerado para el indicador de magnitud

wrg = El peso considerado a la posibilidad de ocurrencia reversibilidad

wr = El peso considerado para el criterio de riesgo

Pesos asignados para cada indicador son los siguientes:

Tabla 255 Pesos asignados a los indicadores a utilizar para el cálculo de M_i

Indicador	Peso asignado
$w_{intensidad}$	0.40
$w_{extension}$	0.40
$w_{duracion}$	0.20

Nota: Elaboración propia. El peso asignado es el sugerido por la metodología proporcionada por FAO

Tabla 256 Pesos asignados a los indicadores a utilizar para el cálculo del VIA

<i>Indicador</i>	<i>Peso asignado</i>
$w_{magnitud}$	<i>0.61</i>
$w_{reversibilidad}$	<i>0.22</i>
w_{riesgo}	<i>0.17</i>

Nota: Elaboración propia. El peso asignado es el sugerido por la metodología proporcionada por FAO

Tabla 257 Criterios para valorar los impactos ambientales

PARÁMETRO	CRITERIO	ESCALA		VALOR
Intensidad del Impacto (I)	Se refiere al grado con el que el impacto altera a un determinado elemento del ambiente, por tanto está en relación la fragilidad y sensibilidad de dicho elemento, puede ser alto, medio o bajo. El valor numérico de la intensidad varía dependiendo del grado del cambio sufrido. Esta calificación de carácter subjetivo establece la predicción del cambio neto entre las condiciones, con y sin proyecto.	Alto		7-9
		Medio		4-6
		Bajo		1-3
Extensión o influencia Espacial (E)	Determina el área geográfica de influencia teórica que será afectada por un impacto en relación con el entorno del proyecto (porcentaje de área impactada respecto al entorno en que se manifiesta el efecto), pudiendo esta ser puntual, local, regional.	Regional		10
		Local		5
		Puntual		2
Duración (D)	Se refiere al tiempo que supuestamente permanecería el efecto, desde su aparición, y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales, previo a la acción de medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras. La duración es independiente de la reversibilidad.	(>10 años)	Largo	10
		(5-10 años)	Mediano	5
		(0-5 años)	Corto	2

Nota: Elaboración propia. La escala y valores asignados son los sugeridos por la metodología proporcionada por FAO

Tabla 258 Criterios para la valoración de impactos

PARÁMETRO	CRITERIO	ESCALA		VALOR
Reversibilidad (R)	Es la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la intervención humana, una vez que aquella deja de actuar.	Irreversible	Baja o irrecuperable	10
			El impacto puede ser recuperable a muy largo plazo (>30 años) y a elevados costos	9
		Parcialmente reversible	Media (Impacto reversible a largo y media plazo)	5

		Reversible	Alta (Impacto reversible de forma inmediata o a corto plazo)	2
Incidencia/Riesgo	Es la posibilidad real o potencial de que una determinada actividad produzca un impacto sobre un factor ambiental. Se considera como Alto cuando existe la certeza de que un impacto “produzca” y sea “real”; Medio es la condición intermedia de duda de que se produzca o no un impacto y, Bajo si no existe la certeza de que un impacto se produzca y por lo tanto es potencial.	Alto		10
		Medio		5
		Bajo		2

Nota: Elaboración propia. La escala y valores asignados son los sugeridos por la metodología proporcionada por FAO

Para determinar el valor del VIA primeramente se deberá calcular el índice de la magnitud, por ejemplo, para calcular la magnitud del impacto producido por residuos químicos el proceso es el siguiente:

Deberá sustituir los valores W_i , W_E y W_D por los pesos asignados en la tabla 254 y sustituir los valores I_i , E_i y D_i por el valor de cada parámetro según la tabla 256 utilizando la fórmula $M_i = \sum((I_i * W_i) + (E_i * W_E) + (D_i * W_D))$ de la siguiente manera:

$$M_{\text{Residuos Químicos}} = \sum((6 * 0.4) + (5 * 0.4) + (2 * 0.2)) = 4.8$$

De la misma forma, para calcular el valor del VIA, deberá utilizar la fórmula: $VIA = M_i^{wm} * RG_i^{wrg} * Ri^{wr}$ sustituyendo los valores de wm , wrg y wr por los pesos asignados en la tabla 255 y sustituir los valores RG_i y Ri por los valores de cada parámetro según la tabla 257, recordando que el valor de M_i , es el valor de la Magnitud calculada en anteriormente:

$$VIA = 4.8^{0.61} * 5^{0.22} * 2^{0.17} = 5.15$$

Con el valor de VIA se puede establecer las categorías de impactos:

Tabla 259 Valor de VIA según la probabilidad de ocurrencia

Categoría	Probabilidad de Ocurrencia	Valor de VIA
I	Muy alta	$VIA > 8$
II	Alta	$6 < VIA \leq 8$
III	Moderada	$4 < VIA \leq 6$
IV	Baja	$VIA \leq 4$

Nota: Elaboración propia

Categoría I. Probabilidad de ocurrencia muy alta. VIA mayor o igual a 8. Máxima atención. Medidas preventivas para evitar su manifestación.

Categoría II. Probabilidad de ocurrencia alta. VIA entre 6 y 8. Medidas mitigantes o correctivas.

Categoría III. Probabilidad de ocurrencia moderada. VIA entre 4 y 6. Medidas preventivas, que pueden sustituirse por mitigantes, correctivas o compensatorias cuando el impacto se produzca.

Categoría IV. Probabilidad de ocurrencia baja o media. VIA menor o igual a 4. No se aplican medidas, a menos que se trate de áreas críticas o de medidas muy económicas.

Tabla 260 Valoración de los riesgos identificados

Riesgos	Intensidad	Extensión	Duración	Magnitud	Reversibilidad	Riesgo	VIA	Significancia	Categoría
Residuos Químicos	6	5	2	4.8	5	2	5.15	Moderada	III
Consumo de Energía	5	2	2	3.2	2	2	4.32	Moderada	III
Emisiones Atmosféricas	3	5	5	4.2	5	5	5.13	Moderada	III
Consumo de Agua	3	2	10	4	10	2	5.11	Moderada	III
Uso de Materiales Peligrosos	7	2	2	4	2	5	4.80	Moderada	III
Gestión Inadecuada de Residuos Sólidos	7	2	2	4	2	5	4.80	Moderada	III
Ruido y Vibraciones	9	2	2	4.8	2	10	5.24	Moderada	III

Nota: Elaboración propia. El valor del VIA en la tabla proviene del uso de la ecuación lineal proporcionada por el método.

Aunque los riesgos evaluados son moderados en términos de significancia y están categorizados como III, aún requieren atención y gestión continua para garantizar la sostenibilidad ambiental y operativa a largo plazo. Es fundamental implementar medidas adecuadas para mitigar estos riesgos y promover prácticas responsables.

Medidas y acciones mitigadores/correctivas:

Residuos Químicos (Significancia: Moderada, Categoría: III):

Medidas Preventivas:

Implementar un sistema de gestión de residuos químicos para su correcta manipulación y disposición.

Capacitar al personal en el manejo seguro de productos químicos y en la identificación de residuos peligrosos.

Acciones Mitigadoras/Correctivas:

Establecer un plan de contingencia para el manejo de derrames y fugas de productos químicos.

Realizar monitoreo regular de la calidad del suelo para detectar posibles contaminaciones.

Consumo de Energía (Significancia: Moderada, Categoría: III):

Medidas Preventivas:

Realizar auditorías energéticas periódicas para identificar oportunidades de mejora en la eficiencia energética.

Promover prácticas de ahorro energético, como apagar equipos no utilizados y utilizar tecnologías de bajo consumo.

Acciones Mitigadoras/Correctivas:

Implementar medidas de emergencia para reducir el consumo de energía en caso de fallas en el suministro eléctrico.

Realizar seguimiento y análisis de los patrones de consumo para identificar áreas de mejora.

Emisiones Atmosféricas (Significancia: Moderada, Categoría: III):

Medidas Preventivas:

Implementar tecnologías de control de emisiones, como filtros y sistemas de purificación de aire.

Realizar mantenimiento regular de equipos para reducir las emisiones fugitivas.

Acciones Mitigadoras/Correctivas:

Establecer un plan de respuesta a emergencias para el control de contaminantes en caso de accidentes o fugas.

Consumo de Agua (Significancia: Moderada, Categoría: III):

Medidas Preventivas:

Implementar medidas de conservación del agua, como reutilización y reciclaje.

Monitorear y controlar el consumo de agua para identificar oportunidades de ahorro.

Acciones Mitigadoras/Correctivas:

Establecer un plan de contingencia para enfrentar situaciones de escasez de agua o contaminación.

Uso de Materiales Peligrosos (Significancia: Moderada, Categoría: III):

Medidas Preventivas:

Capacitar al personal en el manejo seguro de materiales peligrosos y en la identificación de riesgos asociados.

Implementar medidas de control de riesgos, como el uso de equipos de protección personal y la ventilación adecuada.

Acciones Mitigadoras/Correctivas:

Establecer protocolos de respuesta a emergencias para el manejo de incidentes relacionados con materiales peligrosos.

Gestión Inadecuada de Residuos Sólidos (Significancia: Moderada, Categoría: III):

Medidas Preventivas:

Implementar un sistema de gestión de residuos sólidos que incluya la segregación adecuada y la disposición responsable.

Promover la reducción, reutilización y reciclaje de residuos sólidos.

Acciones Mitigadoras/Correctivas:

Realizar seguimiento y control de la gestión de residuos sólidos para detectar y corregir prácticas inadecuadas.

Ruido y Vibraciones (Significancia: Moderada, Categoría: III):

Medidas Preventivas:

Implementar medidas de control de ruido, como la instalación de barreras acústicas y el uso de equipos silenciosos.

Acciones Mitigadoras/Correctivas:

Realizar monitoreo regular de los niveles de ruido y vibraciones para identificar áreas de mejora y tomar medidas correctivas.

CAPITULO XIII: ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO

1.ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO

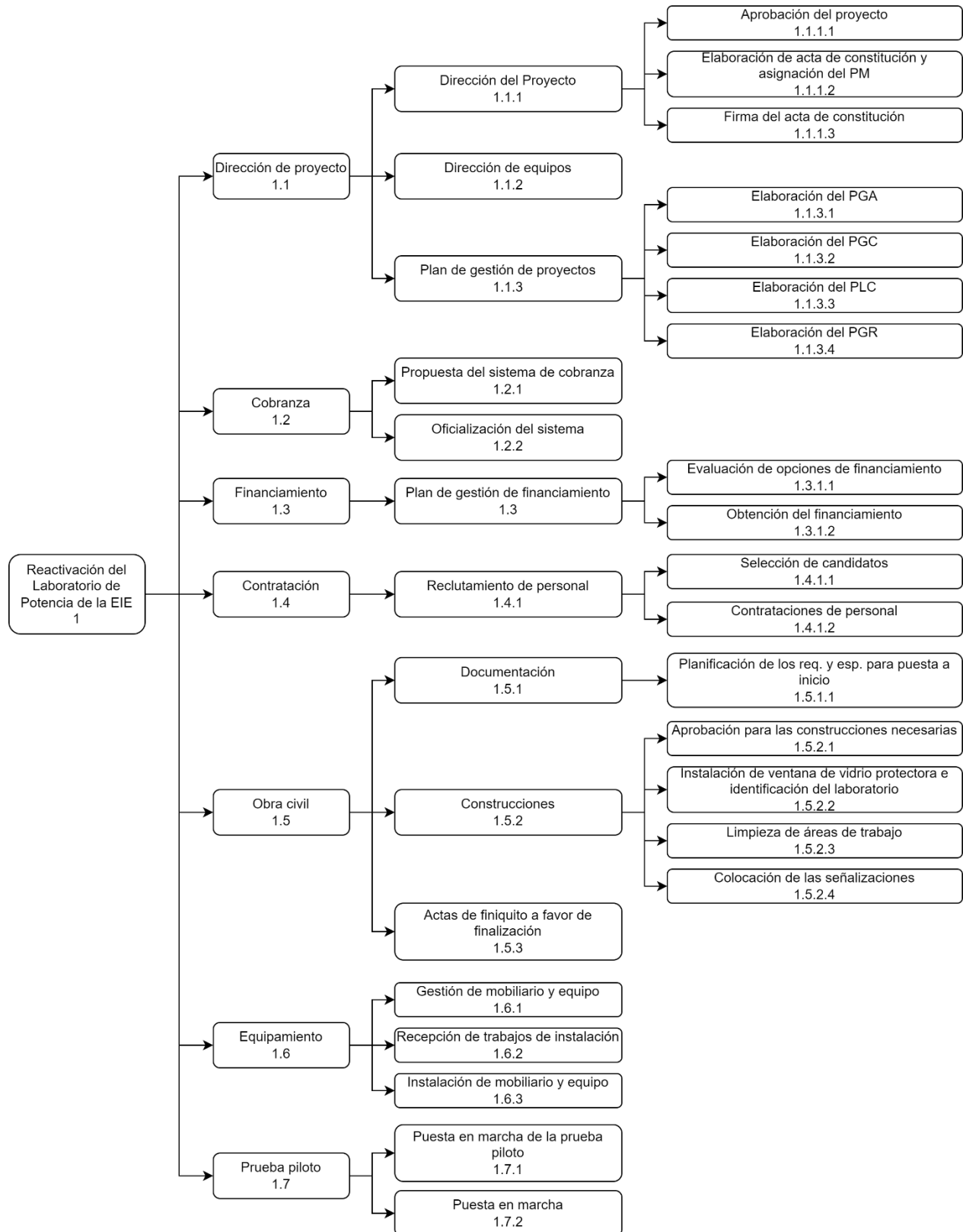
Objetivo de la administración del proyecto

Implementar el proyecto de reactivación del Laboratorio de Potencia en la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, cumpliendo los requisitos de funcionalidad establecidos tanto para estudiantes como para empresas en un plazo de 192 días con un monto de inversión de \$64,951.26.

Alcance del proyecto

Determinar la factibilidad de la reactivación del Laboratorio de Potencia de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador con el fin de ofertar servicios especializados a la comunidad estudiantil y a empresas privadas del sector eléctrico. Los servicios a ofertar incluyen: Prueba de rigidez dieléctrica, factor de potencia, determinación de color, número de neutralización, inspección visual e impulso de tipo rayo.

1.1 Estructura de desglose de trabajo (EDT)



1.2 Desglose analítico

A continuación, se describen los entregables de la estructura de desglose de trabajo, con cada uno de sus paquetes.

ENTREGABLE 1: DIRECCIÓN DEL PROYECTO.

Este entregable abarca las actividades esenciales para establecer la dirección y la gestión adecuada del proyecto. Incluye la aprobación del proyecto, la creación del acta de constitución del proyecto, la firma del acta de constitución del proyecto, y la elaboración del Plan de Gestión de Proyecto (PGA), el Plan de Gestión de Equipos (PGC), el Plan de Comunicación (PLC) y el Plan de Gestión de Riesgos (PGR).

Actividades principales:

Aprobación del Proyecto:

- Revisión y aprobación de la propuesta del proyecto.
- Validación de los objetivos, alcance y recursos del proyecto.
- Elaboración del Acta de Constitución del Proyecto: Documentación detallada de los objetivos, alcance, roles y responsabilidades del proyecto.
- Firma del Acta de Constitución del Proyecto: Obtención de las firmas de los stakeholders y partes interesadas en el proyecto para formalizar el compromiso.

Elaboración del Plan de Gestión de Proyecto (PGA):

- Establecimiento de la estructura de desglose del trabajo (EDT).
- Definición de las actividades, recursos, plazos y presupuesto del proyecto.

Elaboración del Plan de Gestión de Equipos (PGC):

- Asignación de roles y responsabilidades dentro del equipo de proyecto.
- Definición de los procesos de comunicación y toma de decisiones.

Elaboración del Plan de Comunicación (PLC):

- Diseño de la estrategia de comunicación interna y externa del proyecto.
- Establecimiento de los canales de comunicación y frecuencia de reportes.

Elaboración del Plan de Gestión de Riesgos (PGR):

- Identificación y evaluación de los riesgos del proyecto.
- Desarrollo de estrategias de respuesta y planes de contingencia.

ENTREGABLE 2: COBRANZA

El Sistema de Cobranza es un componente crucial del proyecto que define los métodos de cobro y los procesos a seguir para garantizar una gestión eficiente de los pagos y deudas. Inicia con la propuesta de sistema de finanzas y culmina con su oficialización para su implementación y operación.

PAQUETE 1.2.1.: PROPUESTA DEL SISTEMA

Se llevarán a cabo las actividades requeridas para presentar a las autoridades de la Universidad de El Salvador el modelo de prestación de servicios a los solicitantes, buscando su aprobación para su funcionamiento. Este modelo tiene como objetivo generar beneficios económicos mediante la prestación de servicios y se realizarán pruebas para identificar oportunidades de mejora

PAQUETE 1.2.2.: OFICIALIZACIÓN

Se realizará la gestión ante las autoridades universitarias para presentar la propuesta del sistema de cobranzas, lo cual implicará seguir una serie de actividades de aprobación de acuerdo con los reglamentos internos de la Universidad de El Salvador.

ENTREGABLE 3: FINANCIAMIENTO

Se refiere a todas las actividades y acciones que se deben de realizar para la entrega de los fondos destinados a la inversión a realizarse para el levantamiento del Laboratorio de Potencia.

Actividades principales:

- Evaluación de opciones de financiamiento:
 - Investigar y evaluar diferentes fuentes de financiamiento.
 - Analizar los pros y contras de cada opción.
- Obtención de financiamiento:
 - Preparar la documentación necesaria para solicitar el financiamiento seleccionado.
 - Negociar con las instituciones financieras o inversores para asegurar los fondos.

ENTREGABLE 4: CONTRATACIÓN

El entregable de contratación se enfoca en el reclutamiento, selección y contratación de candidatos idóneos para cubrir las necesidades de recursos humanos del proyecto. Este proceso abarca desde la identificación de perfiles requeridos hasta la formalización de contratos laborales.

ENTREGABLE 5: OBRA CIVIL

Consiste en cumplir con los requerimientos y especificaciones para la puesta a inicio del proyecto, las adecuaciones necesarias en el edificio del Laboratorio de potencia junto con la colocación de señales necesaria. Para cumplir dichos requerimientos se deben realizar desembolsos a la empresa contratada para la ejecución de la obra civil y solicitar el acta de finiquito en favor de la finalización de las remodelaciones necesarias.

ENTREGABLE 6: EQUIPAMIENTO

El paquete de trabajo abarca todas las actividades relacionadas con la adquisición equipo y herramientas utilizadas en áreas de producción, administración y espacios comunes del laboratorio de potencia. El objetivo es asegurar los recursos financieros necesarios para adquirir estos elementos descritos.

ENTREGABLE 7: PRUEBA PILOTO

Esta fase implica llevar a cabo las actividades necesarias para iniciar el proyecto. Esto incluye trabajos en las diferentes maquinarias instaladas en el laboratorio, así como la capacitación del personal contratado para que se familiarice con los procesos y procedimientos requeridos y pueda ejecutarlos de manera efectiva.

1.2 Plan de gestión del cronograma

Secuencia de actividades

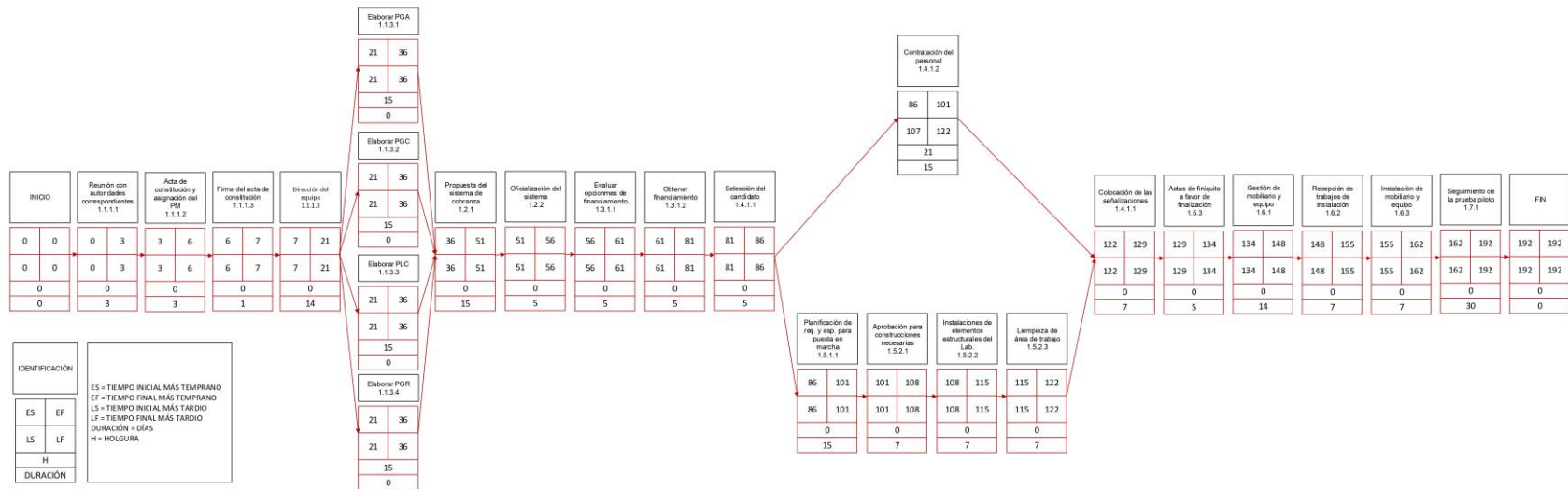
Tabla 261 Plan de gestión del cronograma

Cod	Actividad	Tiempo (días)	Procedencia
1	Proyecto		
1.1	Dirección del proyecto	36	
1.1.1	Acta de Constitución del proyecto	7	
1.1.1.1	Reunión con las EIE y autoridades correspondientes para los requisitos de proyecto	3	
1.1.1.2	Elaboración del acta de constitución y asignación del PM	3	1.1.1.1
1.1.1.3	Firma del acta de constitución	1	1.1.1.2
1.1.2	Dirección de equipos	14	
1.1.2	Dirección de equipos	14	1.1.1
1.1.3	Plan de gestión de proyectos	15	
1.1.3.1	Elaborar PGA	15	1.1.2
1.1.3.2	Elaborar PGC		
1.1.3.3	Elaborar PLC		
1.1.3.4	Elaborar PGR		
1.2	Legalización	20	
1.2.1	Propuesta del sistema de cobranza	15	
1.2.1	Propuesta del sistema de cobranza	15	1.1.3.1 1.1.3.2 1.1.3.3 1.1.3.4
1.2.2	Oficialización del sistema	5	
1.2.2	Oficialización del sistema	5	1.2.1
1.3	Cobranza	25	
1.3.1	Plan de gestión de financiamiento	25	
1.3.1.1	Evaluar opciones de financiamiento	5	1.2.2
1.3.1.2	Obtener el financiamiento	20	1.3.1.1
1.4	Contratación	20	
1.4.1	Reclutamiento de personal	20	

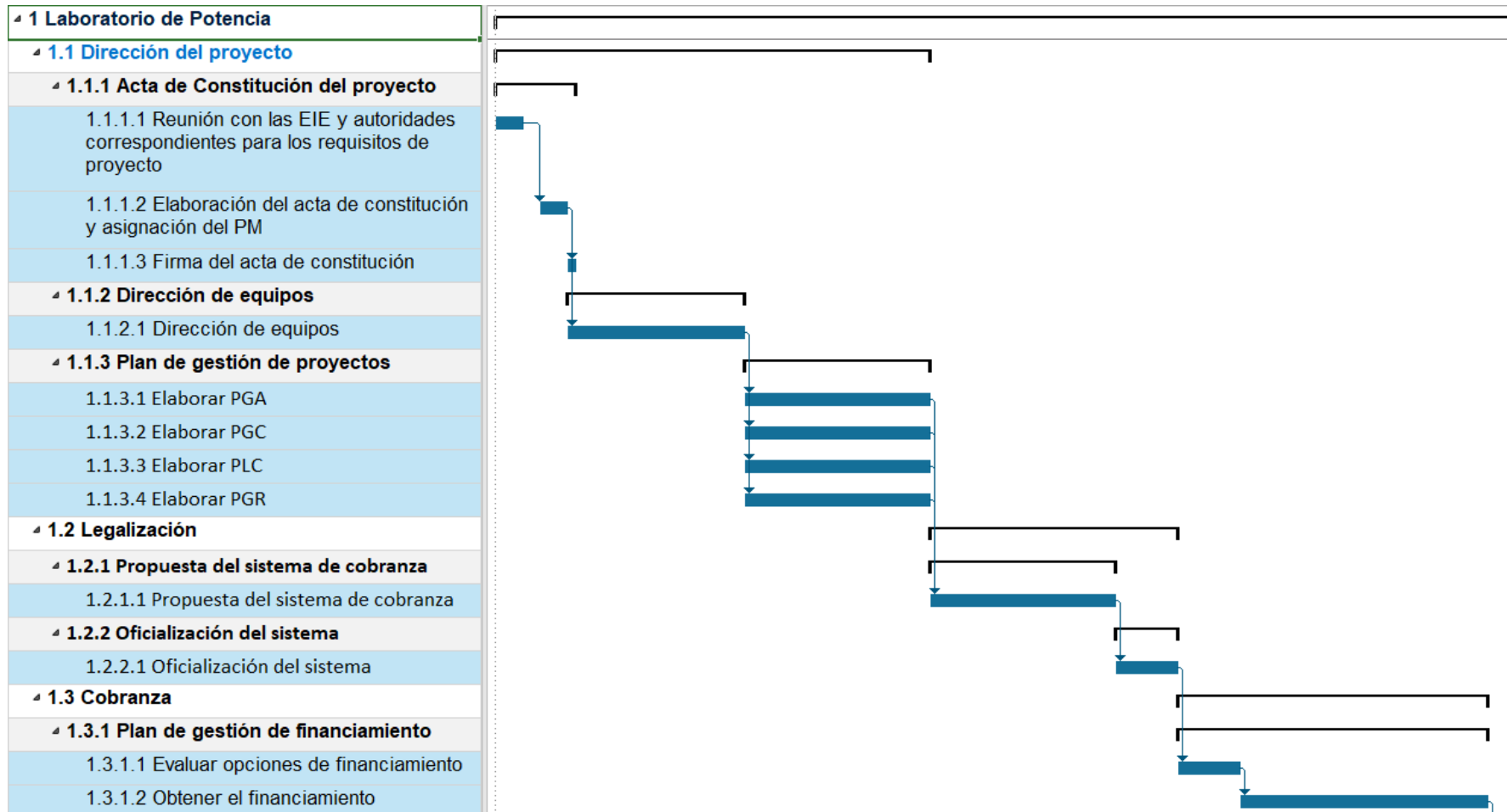
1.4.1.1	Selección de candidato	5	1.3.1.2
1.4.1.2	Contrataciones de personal	15	1.4.1.1
1.5	OBRA CIVIL	48	
1.5.1	Documentación	15	
1.5.1.1	Planificación de requerimientos y especificaciones para puesta a punto de inicio de obra	15	1.4.1.1
1.5.2	Construcciones	28	
1.5.2.1	Aprobación para las construcciones necesarias	7	1.5.1.1
1.5.2.2	Instalación de ventana de vidrio protectora e identificación del laboratorio	7	1.5.2.1
1.5.2.3	Limpieza de áreas de trabajo	7	1.5.2.2
1.5.2.4	Colocación de las señalizaciones	7	1.5.2.3 1.4.1.1
1.5.3	Actas de finiquito a favor de finalización	5	
1.5.3	Actas de finiquito a favor de finalización	5	1.5.2.4
1.6	Equipamiento	28	
1.6.1	Gestión de mobiliario y equipo	14	1.5.3
1.6.2	Recepción de trabajos de instalación	7	1.6.1
1.6.3	Instalación de mobiliario y equipo	7	1.6.2
1.7	PRUEBA PILOTO	30	
1.7.1	Puesta en marcha de la prueba piloto	30	
1.7.1.1	Seguimiento de la prueba piloto	30	1.6.3
1.7.1.2	Puesta en Marcha	0	1.7.1.1

Nota: Elaboración propia

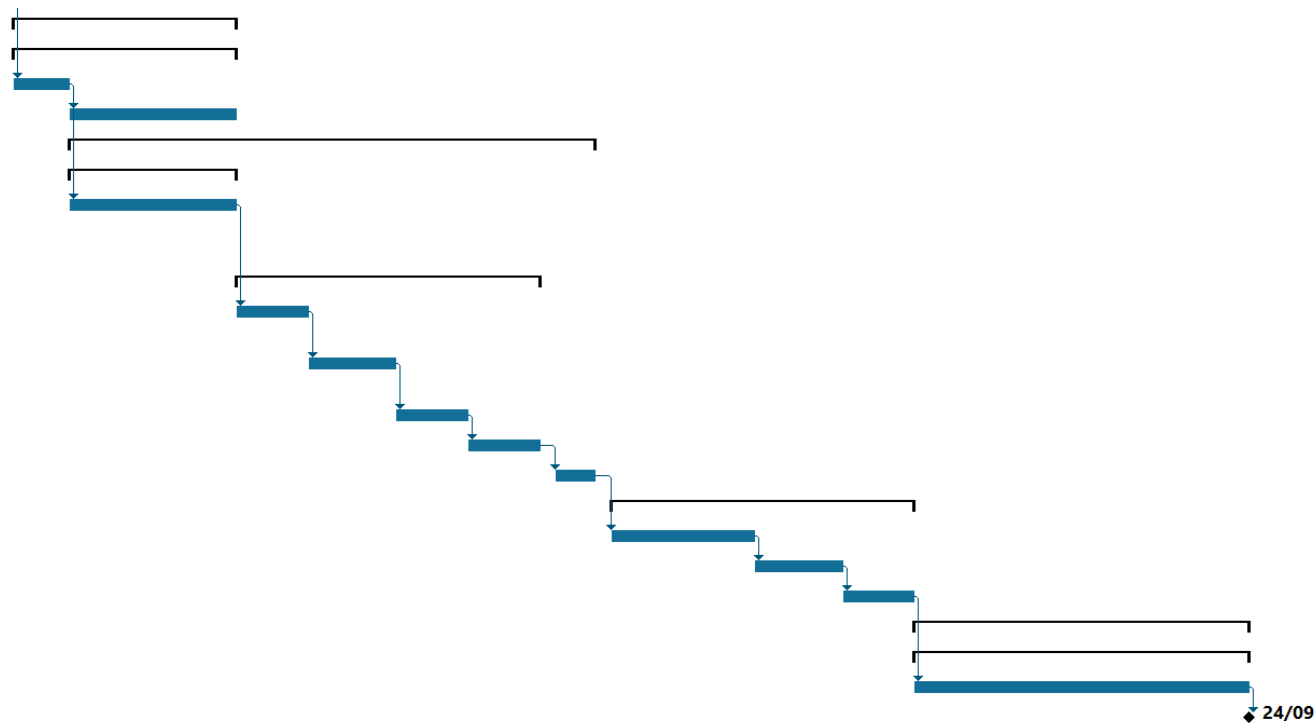
1.3 Diagrama de Actividades y Ruta Critica



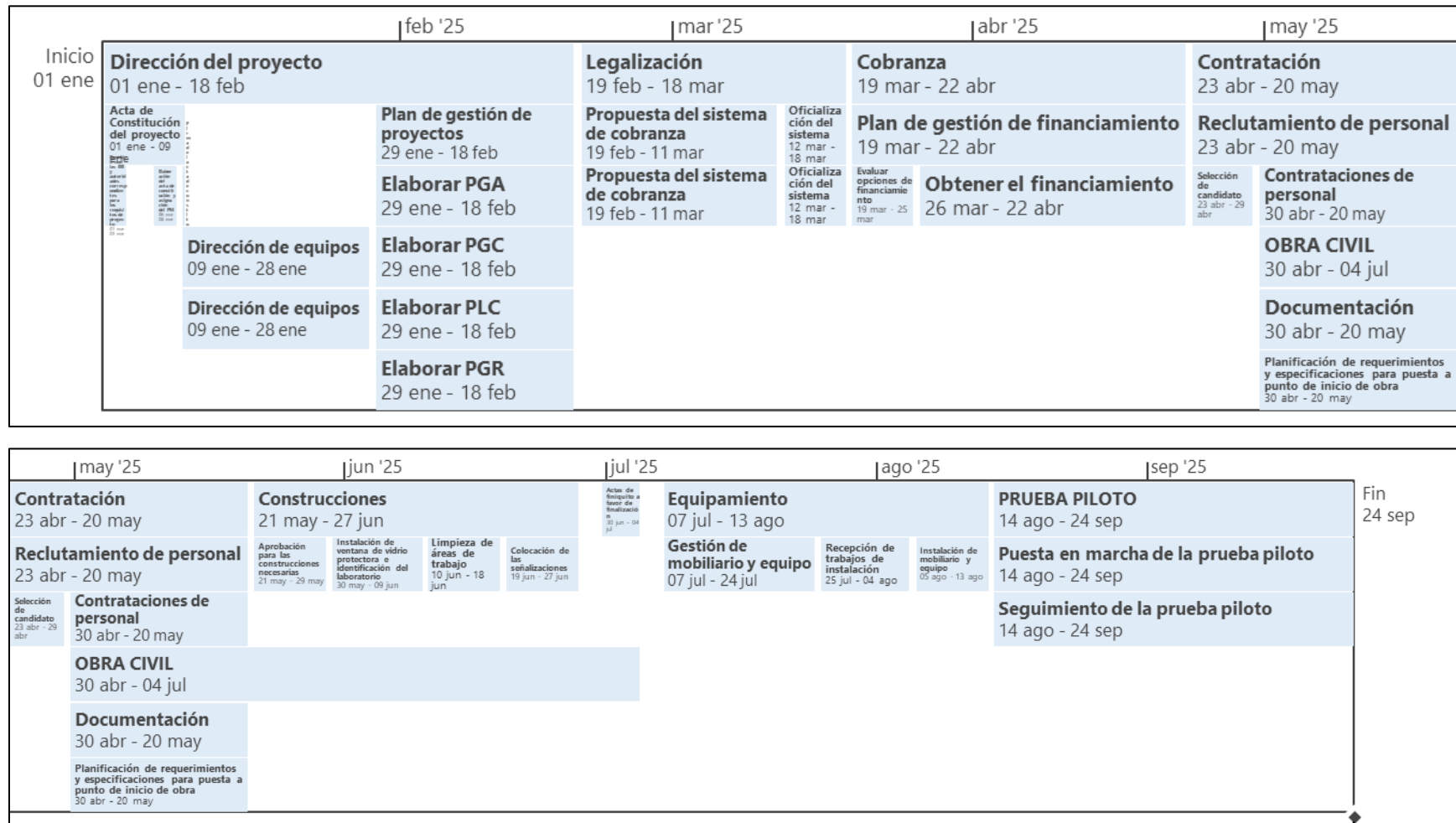
1.4 Diagrama de Gantt



▸ 1.4 Contratación
▸ 1.4.1 Reclutamiento de personal
1.4.1.1 Selección de candidato
1.4.1.2 Contrataciones de personal
▸ 1.5 OBRA CIVIL
▸ 1.5.1 Documentación
1.5.1.1 Planificación de requerimientos y especificaciones para puesta a punto de inicio de obra
▸ 1.5.2 Construcciones
1.5.2.1 Aprobación para las construcciones necesarias
1.5.2.2 Instalación de ventana de vidrio protectora e identificación del laboratorio
1.5.2.3 Limpieza de áreas de trabajo
1.5.2.4 Colocación de las señalizaciones
1.5.3 Actas de finiquito a favor de finalización
▸ 1.6 Equipamiento
1.6.1 Gestión de mobiliario y equipo
1.6.2 Recepción de trabajos de instalación
1.6.3 Instalación de mobiliario y equipo
▸ 1.7 PRUEBA PILOTO
▸ 1.7.1 Puesta en marcha de la prueba piloto
1.7.1.1 Seguimiento de la prueba piloto
1.7.1.2 Puesta en Marcha



1.5 Escala de tiempo de actividades



1.6 Plan de gestión de riesgos

En el contexto de los proyectos, el riesgo es un acontecimiento o condición incierta que, de presentarse, tiene un efecto positivo o negativo en los objetivos del proyecto. El riesgo tiene una causa y, si ocurre, una consecuencia.

El plan de gestión de riesgos identifica tantos eventos de riesgo como es posible (lo que puede ir mal), minimiza su efecto (lo que se puede hacer con respecto al evento antes de que el proyecto se inicie), maneja las respuestas a los eventos que sí se materializan (planes de contingencia) y suministra fondos de contingencia para cubrir eventos de riesgo que se materializan.

Clasificación de riesgos del proyecto

Los riesgos pueden afectar o beneficiar al proyecto, pero estos pueden agruparse después de generar todos los posibles riesgos del proyecto según el impacto o consecuencias que tendrá, según su impacto pueden provenir de riesgos conocidos o desconocidos y como se mencionó anteriormente, las consecuencias pueden ser positivas o negativas. Así como se explica en la siguiente tabla:

Tabla 262 Clasificación y descripción de los riesgos

SEGÚN	RIESGO	DESCRIPCIÓN
IMPACTO	CONOCIDOS	Son aquellos que han sido identificados y analizados.
	DESCONOCIDOS	Son aquellos que no han sido identificados en la fase de “identificación de riesgos”.
CONSECUENCIAS	POSITIVOS	Son considerados como oportunidades.
	NEGATIVOS	Son considerados como amenazas.
PROCEDENCIA	FUENTES EXTERNAS	Son aquellos que se producen debido al entorno en que se desarrolla el proyecto.
	FUENTES INTERNAS	Son aquellos que dependen de la gestión del proyecto.

Nota: Elaboración propia

Identificación de los riesgos del proyecto

Para la identificación de los riesgos es necesario crear una lista con todos los posibles riesgos que se consideren pertinentes y por más mínimos que fuesen. Teniendo lo anterior

en cuenta, es necesario realizar una lluvia de ideas para poder enlistar todos aquellos riesgos que se tenga visibilidad.

Se definen los riesgos identificados a partir de una tabla en la que se muestra: código de riesgo, descripción del riesgo y su causa.

Tabla 263 Definición de los riesgos identificados

COD	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	CAUSA
R001	Costos incrementados de materiales y equipos	Inflación.
R002	Disminución de las ventas proyectadas	Mala gestión en el lanzamiento y promoción del Laboratorio.
R003	Perdida del financiamiento de parte entidad financiera	Mala gestión en el manejo de la solicitud del financiamiento
R004	No tener claro que perfil de colaborador se necesita para la ejecución del proyecto.	Definir criterios de selección de personal.
R005	Creación de ley de calidad de transformadores.	Garantizar la calidad de las unidades de transformadores que las empresas distribuidoras de energía utilizan en su operación.
R006	Burocracia institucional	Trámites administrativos lentos o complejos podrían retrasar el avance del proyecto.
R007	Falta de apoyo de las nuevas autoridades.	Podría haber falta de apoyo por parte de las autoridades universitarias o de otros departamentos clave dentro de la institución.
R008	Obsolescencia de equipos	Los equipos del laboratorio podrían estar obsoletos o necesitar actualización, lo que podría aumentar los costos del proyecto.
R009	Falta de acceso de tecnologías de punta	Si el proyecto requiere tecnología de vanguardia, podría ser difícil acceder a ella debido a restricciones presupuestarias o de disponibilidad en el mercado.
R010	Falta del complemento al presupuesto general de la Universidad	Los problemas actuales con el presupuesto anual de la Universidad afectarían financiamiento del proyecto.
R011	Fluctuaciones en los tipos de cambio	Si se recurre a agencias de cooperación internacional, las fluctuaciones en los tipos de cambio podrían afectar el costo del proyecto.

Nota: Elaboración propia

Evaluación cualitativa de proyectos (matriz de probabilidad-impacto)

El proceso de priorizar los riesgos individuales del proyecto para análisis o acción posterior, evaluando la probabilidad de ocurrencia e impacto de dichos riesgos, así como otras características.

El criterio de prioridad a utilizar para ordenar los riesgos es por el rango o calificación es base a la metodología de evaluación de riesgos del Project Management Institute (PMI). Se ubica la probabilidad y el impacto de acuerdo a las siguientes escalas:

Tabla 264 Escalas del impacto de los riesgos

Probabilidad	Impacto
Muy poco probable	Muy bajo
Poco probable	Bajo
Probable	Moderado
Bastante probable	Alto
Muy probable	Muy alto

Nota: Elaboración propia

Con la combinación de estas dos tablas como lo son la de probabilidad y la de impacto se obtiene la matriz Probabilidad-Impacto, la cual permite calificar cada riesgo según la escala establecida.

Tabla 265 Calificación de los riesgos

	Impacto				
Probabilidad	Insignificante	Menor	Moderada	Mayor	Catastrófica
Raro	Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Alto
Improbable	Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Extremo
Posible	Bajo	Moderado	Alto	Extremo	Extremo
Probable	Moderado	Alto	Alto	Extremo	Extremo
Casi seguro	Alto	Alto	Extremo	Extremo	Extremo

Nota: Elaboración propia

Después de haber clasificado los riesgos, se procede a asignarle probabilidad e impacto por cada riesgo identificados:

Tabla 266 Probabilidad e impacto de los riesgos identificados

Cod	Descripción del riesgo	Causa	Probabilidad	Impacto	Resultado
R001	Costos incrementados de materiales y equipos	Inflación	Probable	Moderado	Alto
R002	Disminución de las ventas proyectadas	Mala gestión en el marketing de lanzamiento del Laboratorio	Probable	Alto	Extremo
R003	Perdida del financiamiento	Mala gestión en el manejo de la solicitud del financiamiento	Poco probable	Muy alto	Extremo
R004	No tener claro que perfil de colaborador se necesita para la ejecución del proyecto.	Definir criterios de selección de personal.	Muy poco probable	Alto	Alto
R005	Creación de ley que garantice que las empresas deban probar la calidad de sus equipos.	Garantizar calidad en la distribución de energía eléctrica	Posible	Mayor	Extremo
R006	Burocracia institucional	Trámites administrativos lentos o complejos podrían retrasar el avance del proyecto.	Casi seguro	Moderada	Extremo
R007	Falta de apoyo de las nuevas autoridades.	Podría haber falta de apoyo por parte de las autoridades universitarias o de otros departamentos clave dentro de la institución.	Probable	Mayor	Extremo
R008	Obsolescencia de equipos	Los equipos del laboratorio podrían estar obsoletos o necesitar actualización, lo que podría aumentar los costos del proyecto.	Improbable	Moderado	Moderado

R009	Falta de acceso de tecnologías de punta	Si el proyecto requiere tecnología de vanguardia, podría ser difícil acceder a ella debido a restricciones presupuestarias o de disponibilidad en el mercado.	Posible	Menor	Moderado
R010	Falta de presupuesto general de la Universidad	Los problemas actuales con el presupuesto anual de la Universidad afectarían financiamiento del proyecto.	Casi seguro	Mayor	Extremo
R011	Fluctuaciones en los tipos de cambio	Si se recurre a agencias de cooperación internacional, las fluctuaciones en los tipos de cambio podrían afectar el costo del proyecto.	Casi seguro	Menor	Alto

Nota: Elaboración propia

Planes de contingencia.

Un plan de contingencias es una alternativa que se utilizará si un evento de riesgo previsto y posible se convierte en realidad. Asimismo, representa acciones que reducirán o mitigarán el efecto negativo del evento de riesgo. Como todos los planes, responde a los cuestionamientos de qué, dónde, cuándo y cuánta acción se llevará a cabo.

Tabla 267 Respuesta a los riesgos

Cod	Evento de riesgo	Descripción del riesgo	Tipo de respuesta	Plan de respuesta
R001	Aumento de costos	Costos incrementados debido a la inflación	Mitigar	Tener alternativas de proveedores que puedan ofrecer un precio más competitivo.
R002	Reducción de clientes	Disminución de las visitas proyectadas	Mitigar	Revisar constantemente las proyecciones de ventas del proyecto.
R003	No contar con el financiamiento	Perdida de financiamiento por parte de las entidades cooperantes	Evitar	Supervisar constantemente el cumplimiento de los requisitos por parte de la entidad cooperante
R004	Indecisión de contratación	No tener claro que perfil de colaborador se necesita para la ejecución del proyecto.	Mitigar	Apoyarse de consultores expertos en el tema.
R005	Ley de calidad de transformadores	Creación de ley que garantice que las empresas deban probar la calidad de sus equipos.	Aceptar	Tener los procesos estables y garantizar la capacidad instalada para el incremento de la posible demanda
R006	Burocracia institucional	Trámites administrativos lentos o complejos podrían retrasar el avance del proyecto.	Mitigar	Establecer canales de comunicación claros y eficientes con las autoridades pertinentes. Designar un equipo encargado de manejar los trámites administrativos y

				brindarles el apoyo necesario. Establecer fechas límite claras y hacer seguimiento regular para evitar retrasos.
R007	Falta de apoyo de las nuevas autoridades.	Podría haber falta de apoyo por parte de las autoridades universitarias o de otros departamentos clave dentro de la institución.	Mitigar	Establecer relaciones sólidas con las nuevas autoridades a través de la comunicación proactiva y la transparencia en el proceso del proyecto. Presentar informes regulares sobre el progreso del proyecto y sus beneficios potenciales para obtener su apoyo.
R008	Obsolescencia de equipos	Los equipos del laboratorio podrían estar obsoletos o necesitar actualización, lo que podría aumentar los costos del proyecto.	Evitar	Establecer un programa de mantenimiento preventivo para prolongar la vida útil de los equipos. Presupuestar fondos para la actualización de equipos en el futuro.
R009	Falta de acceso de tecnologías de punta	Si el proyecto requiere tecnología de vanguardia, podría ser difícil acceder a ella debido a restricciones presupuestarias o de disponibilidad en el mercado.	Mitigar	Investigar empresas o instituciones que puedan proporcionar acceso a tecnologías de punta. Explorar opciones de financiamiento o subvenciones para adquirir tecnología.

				Desarrollar un plan de contingencia que incluya alternativas tecnológicas si no se puede acceder a la tecnología deseada.
R010	Falta de presupuesto general de la Universidad	Los problemas actuales con el presupuesto anual de la Universidad afectarían financiamiento del proyecto.	Aceptar	Trabajar con las autoridades universitarias para buscar soluciones alternativas de financiamiento. Priorizar proyectos y ajustar el alcance del proyecto según sea necesario para adaptarse al presupuesto disponible.
R011	Fluctuaciones en los tipos de cambio	Si se recurre a agencias de cooperación internacional, las fluctuaciones en los tipos de cambio podrían afectar el costo del proyecto.	Mitigar	Utilizar instrumentos financieros como coberturas o contratos a futuro para mitigar el riesgo de fluctuaciones cambiarias.

Nota: Elaboración propia

1.7 Organización del Proyecto

Estructura Organizativa Propuesta

Como resultado de las actividades a realizar para la implementación del proyecto, se propone una estructura de organización funcional debido a que las actividades son de poca complejidad, por lo que a continuación se muestra gráficamente la estructura en la administración del proyecto:



Descripción de los puestos de trabajo propuestos

A continuación se muestra una propuesta de perfil para la contratación del personal a cargo del proyecto, ya sea externa o interna.

Laboratorio de potencia de la Escuela de Ingeniería Eléctrica	
MANUAL DE PUESTOS DE TRABAJO	
DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO	Pág. 1
Puesto	Administrador de proyecto
Dependencia Jerárquica	Director de la Escuela de Ingeniería Eléctrica
Descripción: Responsable de planificar, ejecutar y supervisar proyectos desde su inicio hasta su finalización.	
Responsabilidades y funciones específicas	• Planificar, coordinar y ejecutar proyectos según los requisitos establecidos. • Dirigir y supervisar a los miembros del equipo del proyecto. • Identificar y gestionar los riesgos del proyecto de manera proactiva.

	• Mantener una comunicación efectiva con todas las partes interesadas. • Realizar un seguimiento del progreso del proyecto y hacer ajustes según sea necesario. • Garantizar la entrega oportuna y dentro del presupuesto de todos los entregables del proyecto. • Preparar informes periódicos sobre el estado del proyecto para las partes interesadas.	
Requisitos mínimos	• Título universitario en Ingeniería Industrial u otro campo relacionado. • Experiencia previa en gestión de proyectos, preferiblemente en un entorno similar al del Laboratorio de Potencia • Excelentes habilidades de comunicación verbal y escrita. • Capacidad para liderar y motivar a un equipo multidisciplinario. • Fuertes habilidades analíticas y capacidad para resolver problemas. • Conocimiento profundo de las metodologías de gestión de proyectos, como Agile o Scrum. • Certificación en gestión de proyectos (por ejemplo, PMP) es una ventaja.	
Fecha de elaboración: marzo 2024	Revisado por:	Aprobado por:

Laboratorio de potencia de la Escuela de Ingeniería Eléctrica	
MANUAL DE PUESTOS DE TRABAJO	

DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO	
Puesto	Auxiliar de proyecto
Dependencia Jerárquica	Administrador de proyecto
Descripción: Responsable de desempeñar un papel de apoyo crucial en la ejecución exitosa de proyectos, brindando asistencia administrativa y operativa al equipo de proyecto.	
Responsabilidades y funciones específicas	• Brindar apoyo administrativo y operativo al Administrador de Proyecto. • Asistir en la preparación de documentos y presentaciones relacionados con el proyecto. • Ayudar en la coordinación de reuniones, incluida la programación, la preparación de agendas y la toma de minutas. • Mantener sistemas de archivo organizados y asegurarse de que la documentación del proyecto esté actualizada y accesible para todos los miembros del equipo. • Colaborar con otros departamentos según sea necesario para garantizar la entrega oportuna de los entregables del proyecto. • Participar en la recopilación y análisis de datos relevantes para el proyecto.
Requisitos mínimos	• Título universitario en Ingeniería Industrial u otro campo relacionado. • Experiencia previa en roles administrativos o de apoyo es deseable. • Excelentes habilidades organizativas y atención al detalle.

	• Capacidad para trabajar de manera efectiva en un entorno de equipo. • Buena comunicación verbal y escrita. • Conocimiento básico de software de oficina, como Microsoft Office. • Capacidad para aprender rápidamente y adaptarse a nuevas tareas y procedimientos.	
Fecha de elaboración: marzo 2024	Revisado por:	Aprobado por:

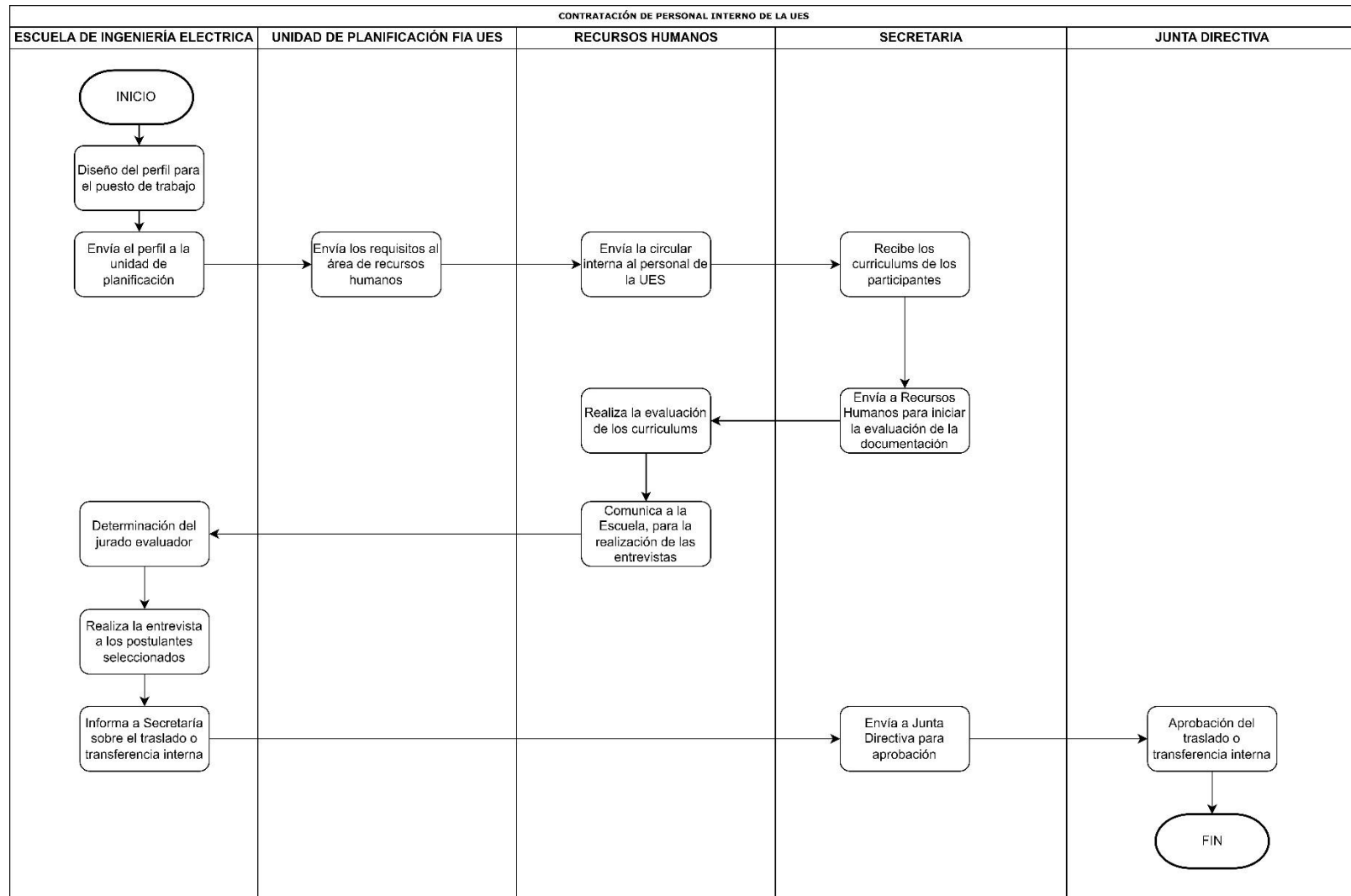
El perfil de los puestos de trabajo para la administración del proyecto aplica tanto para un concurso externo como interno.

El proceso de comunicación interna inicia con la publicación del perfil del puesto vacante. La escuela diseña el perfil del puesto y lo envía a través de recursos humanos. Se ofrece la plaza a todos los empleados que posean las habilidades y requisitos necesarios. Después de un período de menos de 30 días para que los trabajadores verifiquen si cumplen con los requisitos, se cierra el plazo para aceptar los currículums. Si se reciben currículums, se pasa a un jurado evaluador de la unidad correspondiente, quienes realizan entrevistas y evaluaciones técnicas. Si un candidato cumple con todos los requisitos, se hace una transferencia al área correspondiente y se procede con la contratación.

La publicación interna se realiza a través de un correo electrónico enviado a todos los empleados de la facultad, permitiendo que cualquier empleado interesado pueda participar.

En el caso de contrataciones internas, el movimiento de personal debe ser aprobado por la junta directiva. Los candidatos seleccionados son informados y se procede con la generación de contratos por parte de la secretaría. Si el candidato acepta el puesto, se aprueba el acuerdo de movimiento de personal en la junta.

Ilustración 49 Proceso de traslado o transferencia interna



Nota: Elaboración propia

CONCLUSIONES

En cuanto a los contextos sociales, ambientales, tecnológicos y económicos, en primer lugar, se debe mencionar que la información sobre la fundación del laboratorio al momento de la investigación no se encontró documentada, más que el relato del personal de la FIA. Además de eso, no existen suficientes estudios, ni datos, especialmente en ámbitos como el tecnológico, ambiental y económico sobre otros laboratorios de potencia en el país o en el extranjero. Los estudios que se encontraron fueron en su mayoría estudios realizados décadas atrás en países como Estados Unidos, países del continente europeo y asiático por lo que se carece de una comprensión de la problemática a nivel nacional, por ejemplo: Se desconoce la cantidad de transformadores que son reparados o la cantidad de transformadores que sufren daños permanentes y sus causas en el país.

Conocer los conceptos y definiciones del sector eléctrico son fundamentales para comprender lo que este diagnóstico trata de transmitir, así como tener un conocimiento básico sobre física clásica en el área de electricidad.

En cuanto al estado actual del laboratorio, se identificó por medio de entrevistas que el equipo que funciona como eje central es la máquina de pruebas de impulso de tipo rayo, la cual presenta desperfectos mecánicos que imposibilita el 100% de su operatividad, también se identificaron necesidades tanto de los clientes internos (autoridades de la facultad y la escuela de ingeniería eléctrica).

En cuanto a la posibilidad de realizar de otro tipo de pruebas en el laboratorio, se realizaron entrevistas a las principales empresas distribuidoras de energía eléctrica de El Salvador: Grupo AES El Salvador que lo conforman las empresas CAESS, CLESA, EEO y DEUSEM, además de grupo AES, se entrevistó a la distribuidora DEL SUR y a la transmisora de energía ETESAL.

Los resultados de las entrevistas dieron a conocer que además de la necesidad de ofrecer otro tipo de ensayos, las empresas están interesadas en la capacitación de sus colaboradores en pruebas que sirven para el control de la calidad en los equipos que se someten a alta tensión, también las empresas antes mencionadas muestran interés en la colaboración con la Universidad de El Salvador como una empresa contratista que ayude a suplir la demanda que a veces son incapaces de cubrir. Otros descubrimientos son el poco interés a la máquina de prueba de impulso debido al carácter destructivo del ensayo en transformadores y la necesidad de que el laboratorio cuente con una certificación para que los resultados de las pruebas puedan ser validados y tomados como válidos.

Los competidores se caracterizan por tener instalaciones físicas óptimas para poder ofrecer un servicio de calidad al cliente y estos cuentan con una campaña de publicidad y promoción activa en medios de comunicación según lo observado en la investigación como cliente misterioso.

Actualmente el Laboratorio de Potencia de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura es el único laboratorio de potencia a nivel nacional. A pesar de lo mencionado, el Laboratorio presenta oportunidades de mejora que puede potenciar con respecto a su competencia como la adecuación de las instalaciones físicas e impulsar campañas de publicidad para dar a conocer la capacidad y potencial del mismo.

Es importante mencionar que en El Salvador no hay laboratorios de potencia, por tanto, no existe una estrategia de diferenciación para la competencia directa nacional. Por esa razón, la comparación del Laboratorio de Potencia se realizó con laboratorios de otros países que poseen un tamaño y capacidad mayor al Laboratorio de Potencia de Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador.

Respecto a los proveedores potenciales para el laboratorio, se identificaron empresas tanto nacionales como internacionales, las empresas nacionales son empresas que funcionan como distribuidoras de equipos que se fabrican en el extranjero mientras que las empresas extranjeras, son empresas fabricantes que se encuentran ubicadas fuera del país, aunque para la selección de los proveedores fue importante la cercanía geográfica con el país, un requisito con mayor peso y obligatorio era que las empresas pudieran otorgar un certificado de calidad con la compra de los equipos.

Se determinó que, para el mercado distribuidor, no es necesario la adquisición de un equipo de transporte debido a que las empresas distribuidoras quienes son uno de los mercados objetivos del laboratorio, prefieren hacerse cargo del transporte de sus objetos de prueba. Por lo cual un canal directo es el que mejor se adapta para la distribución del servicio.

Las entrevistas también permitieron conocer el interés de las empresas en que el laboratorio pudiera ofrecer pruebas in situ y la necesidad de contar con espacio suficiente para resguardar adecuadamente los objetos de prueba para que no sean dañados por fuentes externas como el clima o la humedad.

En cuanto al análisis del problema, el modelo del proceso de diseño permitió identificar que la mayoría de problemas se centraban en un bajo aprovechamiento de las instalaciones, lo que causa a su vez que el recurso humano y técnico sea poco aprovechado, observar el mal estado de las instalaciones y del equipo, además de la necesidad de que la universidad tenga una mayor apertura a la empresa privada para mejorar las relaciones con clientes externos a la universidad quienes tienen una perspectiva desfavorable de la universidad. Las soluciones propuestas están basadas tanto en las necesidades de las empresas distribuidoras y las necesidades de las autoridades de la facultad en conjunto con la Escuela de Ingeniería Eléctrica sobre los servicios que debería ofrecer el laboratorio.

En base a los cálculos y análisis realizados, se concluye que el laboratorio tiene una capacidad instalada que supera la demanda proyectada del mercado consumidor, lo que sugiere que el tamaño del proyecto es adecuado y puede satisfacer las necesidades del mercado, esto asumiendo condiciones ideales para la jornada laboral de los laboratoristas y un comportamiento constante de la demanda.

El análisis de los procesos, la tecnología y los equipos necesarios para la puesta en marcha de los servicios del Laboratorio proporcionan una visión clara y detallada de la infraestructura esencial para el funcionamiento eficiente del servicio. Se ha examinado cada paso de los procesos requeridos, desde la preparación de equipos e insumos hasta la realización de ensayos específicos, teniendo en cuenta las normativas y estándares aplicables.

Para el Laboratorio se reconocen 2 puestos de trabajo ya que estos son suficientes para cubrir la demanda, a partir de ahí se elaboraron los descriptores de puestos donde se reconoce la importancia de contar con un equipo de laboratoristas debidamente calificados

y capacitados debido al alto nivel técnico de los ensayos. Este análisis también proporciona una base para el proceso de reclutamiento, ya que permite definir los perfiles de trabajo específicos y los criterios de selección que guiarán la contratación de nuevos talentos.

Del proceso de definición de las especificaciones técnicas para la maquinaria, equipo e insumos del Laboratorio de Potencia se proporcionó la base para la adquisición de maquinaria y equipo que cumple requisitos para la realización de los ensayos. Además, se han especificado los insumos esenciales que serán necesarios para el funcionamiento diario del laboratorio, importantes para un flujo de trabajo continuo y la capacidad de llevar a cabo los servicios. El detalle de especificaciones técnicas brindará una guía para las futuras etapas de adquisición, instalación y puesta en marcha del laboratorio y la elaboración de los estados proforma en el estudio económico.

Además, es fundamental establecer una base sólida que permita al Laboratorio planificar un PEI (Plan Estratégico Institucional), un POA (Plan Operativo Anual) y una estrategia organizativa para el Laboratorio, asegurando que la misión, visión y objetivos estén alineados con los recursos disponibles y el propio plan estratégico de la Universidad de El Salvador. Además, la elaboración de manuales y la identificación de requisitos legales son pasos cruciales para garantizar la eficiencia y la conformidad en todas las áreas y procesos del Laboratorio y que son elementos cruciales para una futura acreditación como laboratorio de ensayos y calibración.

Tras un análisis de los requerimientos y necesidades del laboratorio de potencia, se ha determinado que el monto de inversión necesario para su reactivación es de \$64,951.26. Esta cifra proporciona una base sólida para la planificación financiera y la ejecución del proyecto.

A pesar que la evaluación económica y financiera del proyecto a través de sus indicadores muestra un tiempo de recuperación de la inversión de 27 años. El impacto positivo que el proyecto puede generar en el desarrollo de habilidades y conocimiento en los estudiantes con tecnología de vanguardia, adaptándose a un posible cambio de pensum de la carrera de ingeniería eléctrica sería un gran aporte para su formación y en beneficio de la sociedad.

Las evaluaciones ambientales realizadas edificaron posibles impactos negativos del proyecto en el entorno circundante al laboratorio de potencia, causadas principalmente por el ruido generado por la máquina de prueba de impulsos de tipo rayo, y el manejo de residuos contaminantes para el ambiente como lo son los aceites utilizados en los transformadores.

La evaluación social del proyecto ha revelado los diversos beneficios que su reactivación aportaría a la comunidad universitaria. Desde oportunidades de aprendizaje y desarrollo profesional hasta el ahorro económico que supondría para la Universidad, el realizar las pruebas dentro del campus universitario.

El cronograma de actividades elaborado proporciona una hoja de ruta clara y detallada para la ejecución del proyecto de reactivación del laboratorio de potencia. Define los plazos que permiten un control y seguimiento efectivo para asegurar el cumplimiento de los objetivos en tiempo y forma, con una duración de implementación de 192 días con un total de 25 actividades necesarias para su culminación.

RECOMENDACIONES

Se sugiere no realizar inversiones en la máquina de impulso de rayo, basándose en resultados en el análisis de sensibilidad y el estudio de mercado.

Se recomienda proporcionar información más detallada de otras distribuidoras de energía, incluyendo aspectos como operaciones, clientes, proveedores y servicios ofrecidos en sus laboratorios, así como un historial exhaustivo de mantenimiento de los equipos.

Es aconsejable obtener precios de mercado más específicos mediante la obtención de cotizaciones de servicios de empresas especializadas en el sector. Se reconoce que esta tarea puede presentar dificultades debido a la baja capacidad de respuesta de dichas empresas y los largos tiempos de espera asociados.

Una vez establecida la red de laboratorios de la FIA, se recomienda unificar las labores administrativas y operativas del laboratorio dentro de la nueva red.

Se propone llevar a cabo un estudio para evaluar la viabilidad de establecer una pequeña planta de experimentación de transformadores, con el objetivo de mejorar la comprensión y el análisis de la red eléctrica del país.

Se sugiere vincular los ensayos realizados con miras a una futura actualización del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Eléctrica.

Realizar un estudio organizacional de forma periódica incluyendo los manuales administrativos, los reglamentos del laboratorio, los descriptores de puestos de trabajo y la jerarquía de la organización, debido al avance tecnológico requerirá la actualización de las habilidades de los colaboradores y los cambios de autoridades que se realizan de forma periódica en la Universidad de El Salvador.

La información proporcionada de la inversión deberá evaluarse nuevamente si se desea poner en marcha el proyecto, debido a la variación de precios, el deterioro estructural que podría presentar el edificio en el futuro y los cambios de las necesidades que nuevas autoridades deseen implementar.

BIBLIOGRAFÍA

- BANCO CENTRAL DE RESERVA. (2021). Informe económico mensual. El Salvador. Obtenido de <https://www.bcr.gob.sv/bcrsite/uploaded/content/category/2001076983.pdf>
- Campos, C. E., & Hernández, M. R. (2021). Análisis estadístico de fallas en transformadores de potencia en redes de distribución. San Salvador, El Salvador: Universidad de El Salvador. Obtenido de <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/25629>
- ETESAL, C. (4 de Febrero de 2021). *Laboratorio de Metrología en DC y baja frecuencia de ETESAL es acreditado por el OSA*. Obtenido de ETESAL: <https://www.etesal.com.sv/2021/02/04/laboratorio-de-metrologia-en-dc-y-baja-frecuencia-de-etesal-es-acreditado-por-el-osa/>
- Gil, R. A. (2022). Interpretación de resultados de pruebas en mantenimiento predictivo para prevenir fallas en transformadores de potencia. (U. d. Salvador, Ed.) Obtenido de <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/28746>
- Información retomada de Grupo PELSA S.A de C.V. (s.f.).* Obtenido de <https://sv.grupopelsa.com/mantenimiento-de-subestaciones/>
- Información retomada de SOLELECTRIC S.A de C.V. (s.f.).* Obtenido de <http://www.solelectric.com.sv/servicios/laboratorio>
- Información retomada de Testing S.A de C.V. (s.f.).* Obtenido de <https://www.testing.com.sv>
- Marcos Maléndez, J. A. (2013). Sistemas de prueba en Alta Tensión: Importancia del Laboratorio para la realización de prácticas de laboratorio y servicios. 2, 1, 19. Revista de Expresión Tecnológica.
- Roberto Hernández Sampieri, C. F. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F: McGraw-Hill.
- Rómulo Pérez, D. P. (2013). Evaluación por riesgo del peso de las fallas en transformadores de potencia. Cancun, Mexico: Eleventh LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology.
- Secretaría Ejecutiva del Consejo Monetario Centroamericano. (2022). *REPORTE MENSUAL DE ACTIVIDAD ECONOMICA*. Recuperado el 2022, de <https://www.secmca.org/wp-content/uploads/2022/07/ReporteActividad-2022-07.pdf>
- Stefan Tenbohlen, C. J. (2012). *Clasificación de los Laboratorios de Alta Tensión*. Electra.
- uip, A. (7 de Mayo de 2022). *INAUGURACIÓN DE LABORATORIO LEEAT*. Obtenido de Universidad Interamericana de Panamá: <https://uip.edu.pa/inauguracion-de-laboratorio-leeat/>
- Unidad Ambiental de la Universidad de El Salvador. (2021). Política Ambiental de la Universidad de El Salvador. Obtenido de <https://sic.ues.edu.sv/storage/app/media/PoliticaAmbientaldelaUniversidaddeElSalvador.pdf>

- Vladimir Alexander Alvarado , H. A. (2005). Ensayos de coordinación de aislamiento en elementos de circuitos de distribución utilizando el generador de impulso de alto voltaje. Universidad de El Salvador. Obtenido de <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2088/>
- Zummartings. (s.f.). *Informe del Sector Eléctrico de El Salvador*. San Salvador.
- Arquitectura, F. d. (s.f.). *Universidad de El Salvador*. Obtenido de <https://www.fia.ues.edu.sv/>
- S. (s.f.). *Pruebas a Aceite Dieléctrico*. Obtenido de <https://testing.com.sv/pruebas-al-aceite-dielectrico-de-transformadores-de-potencia/>
- Entidad Mexicana de Acreditación. (2017). *Guia de cálculo de la capacidad instalada*. Obtenido de http://consultaema.mx:75/pqtinformativo/GENERAL/Carpeta_5_Otros_doctos/MP-FE014_Capacidad_instalada_guia.pdf
- Organismo Salvadoreño de Acreditación (OSA). (s.f.). *G 9.2 CRITERIOS GENERALES PARA LA EVALUACION DE LABORATORIOS DE ENSAYO y CALIBRACIÓN*. (s. f.). Obtenido de <https://www.osa.gob.sv/descarga/criterios-generales-para-la-evaluacion-de-laboratorios-de-ensayo-y-calibracion/>
- Universidad Centroamericana Jose Simeon Cañas. (2011). *ANÁLISIS DEL SECTOR SERVICIOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR*. SAN SALVADOR.
- Datosmacro.com. (Septiembre de 2023). *Datos macro expansión IPC EL SALVADOR*. Obtenido de <https://datosmacro.expansion.com/ipc-paises/el-salvador?sector=IPC+General&sc=IPC-IG>
- Plan de negocios Perú. (noviembre de 2020). *PlandeNegociosPeru*. Obtenido de <https://plandenegociosperu.com/calcular-punto-de-equilibrio-para-varios-productos/>
- Statista.com. (octubre de 2023). *Evolución anual de la tasa de inflación en El Salvador desde 2015 hasta 2028*. Obtenido de <https://es.statista.com/estadisticas/1190057/tasa-de-inflacion-el-salvador/>
- Unidad Ambiental de la Universidad de El Salvador. (2021). *Política Ambiental de la Universidad de El Salvador*. Obtenido de <https://sic.ues.edu.sv/storage/app/media/PoliticaAmbientaldelaUniversidaddeElSalvador.pdf>

ANEXOS

Anexo A Primera reunión con la contraparte en el Salón el Espino. Facultad de ingeniería y Arquitectura en el año 2022.



Ilustración 50 Reunión del equipo con el Decano de la FIA y el Director de la Escuela de Ingeniería Industrial.

Anexo B Instalaciones del Laboratorio de Potencia en el año 2022.



Ilustración 51 Máquina de impulso de rayo del Laboratorio.



Ilustración 52 Consola de mando de la maquinaria



Ilustración 53 Paredes de las instalaciones del laboratorio en estado deteriorado.



Ilustración 54 Cortina de metal aún con orificios que fueron provocados en la Guerra civil de El Salvador.



Ilustración 55 Imagen desde el segundo nivel del Laboratorio de Potencia.



Ilustración 56 Integrante del equipo observando las condiciones del laboratorio



Ilustración 57 Integrantes del equipo haciendo inspecciones a las condiciones estructurales del laboratorio.



Ilustración 58 Partes exteriores del laboratorio de EIE.



Ilustración 59 Transformador de prueba del Laboratorio de Potencia



Ilustración 60 Salón de clases en el segundo nivel del Laboratorio de Potencia.



Ilustración 61 Armarios donde resguardan el equipo del Laboratorio de Potencia.



Ilustración 62 Instalaciones de la cabina de mando de la máquina de impulso de rayo.



Ilustración 63 Instalaciones deterioradas del Laboratorio de Potencia.



Ilustración 64 Vista desde el segundo nivel de las instalaciones del Laboratorio de Potencia.

Anexo C Entrevista con el Maestro Chevez.



Ilustración 65 Reunión del equipo con el maestro Chevez.



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN: “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA
REACTIVACIÓN DEL LABORATORIO DE POTENCIA DE LA ESCUELA DE
INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE
LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR”**

Fecha: Martes 21 de Junio de 2022

Lugar: San Salvador, videollamada por Google Meets **Hora:** 10:00 a.m.

Entrevistado: Ing. Armando Martínez Calderón

Cargo: Director de la EIE de la FIA de la Universidad de El Salvador

Moderador/es: Br. Erick Rommel Orellana Abrego, Br. Bryan Andy Silva Rodríguez, Br. Gerson Edgardo Ramírez González.

Duración: De 10:00 a.m a 11:00 a.m

Encuesta a expertos:

1. ¿Con el equipo disponible en el laboratorio, qué servicios se pueden ofrecer al mercado?

El laboratorio tiene varias aplicaciones, en relación a los servicios, la característica del BIL es donde se genera todo, las pruebas de fabrica se realizan para verificar esa característica, la prueba puede ser de verificación, pero si el equipo esta frágil de su aislamiento esa prueba se vuelve destructiva que puede llegar a ser daño permanente. La utilidad en termino de servicios es la verificación de sistemas de aislamiento.

Cuando se habla de mantenimiento de transformadores es tan basta que es una especialización de toda el área eléctrica y dentro de los transformadores se desarrollan pruebas en condiciones de aislamiento que tienen ese elemento, así como accesorios de protección que se conocen como arrester o apartarrayos para absorber las descargas atmosféricas que se puedan desarrollar por el impacto directo de un rayo en una línea que si llegan a los equipos como transformadores los pueden destruir.

Hay otras pruebas que se pueden ocupar para verificar otras características como el aceite, las pruebas físico-químicas, etc. Si se especifican en eso se estarían orientando a un área de interés.

2. ¿Es factible que el Laboratorio de Potencia sea el encargado del recibimiento y entrega de equipos por parte de los clientes?

No, debido a factores humanos y del costo de los equipos, para el laboratorio es preferible que sea la empresa que adquiere el servicio quien se encargue del traslado para asegurar su integridad.

3. ¿Qué otros servicios podrían ofrecerse a las empresas?

Los transformadores el medio de aislamiento está compuesto de material sólido y también de cintas y papeles a base de celulosa, los transformadores se complementan con otro medio que es un líquido (un aceite mineral a base de petróleo) y eso crea el medio de aislamiento, dentro del conjunto que crea el transformador a la bobina que se encuentra adentro debe energizarse saliendo al exterior a través de unas columnas que ponen en contacto el transformador con el exterior.

Al momento de comprar transformadores, a veces se tardan de 1 a 2 años en fabricarse, al momento de la compra se exige este tipo de pruebas y se suelen pedir pruebas que se suelen llamar pruebas de verificación presenciales en el sitio.

Nosotros tenemos equipo para verificar algunas características del aceite, lo que no se tiene es el equipo para recuperar características del aceite.

Equipo para realizar pruebas de rigidez dieléctrica del aceite, pero cuando se ofrecen este tipo de servicios pero es obligación de quién ofrece ese servicio que tenga certificación de calibración de esos equipos, aquí en el país hay algunas empresas que ofrecen servicios de calibración, pero se han tenido malas experiencias con ellos, por lo que los equipos deben de enviarse hacia el exterior para que verifiquen las características del instrumento y entonces quien hace la verificación emite un certificado que garantiza que el equipo mide lo que está indicado con un error específico mínimo, el equipo que se tiene, tiene esa certificación pero la certificación ya venció.

Las empresas de distribución y otras empresas tienen algunos servicios que se realizan a los servicios.

4. ¿Conoce la historia del Laboratorio de Potencia?

Fue parte de una donación de la cooperación económica europea.

5. ¿Qué servicios puede ofrecer un laboratorio de potencia a las empresas?

Servicios de pruebas de aislamiento, pruebas físico químicas, servicios de capacitación, de pruebas de aceite, etc.

6. ¿Considera que es necesario que el laboratorio realice investigaciones en el área de potencia eléctrica?

Es importante no dejar de lado la parte de investigación en un laboratorio y también tomar en cuenta la parte académica.

7. ¿Por qué no existen más laboratorios de potencia en el país?

Porque un laboratorio de potencia es carísimo, el aumentar la capacidad de la máquina de prueba de impulso tendría un costo de un cuarto de millón de dólares, además de eso se necesitan especialistas que puedan operar el equipo, muchas de las distribuidoras no compran este tipo de equipos por el costo de este tipo de pruebas, es más fácil para ellos que exista un laboratorio y que ellos lleven sus equipos para que ellos puedan verificar los equipos.

8. ¿Conoce sobre la existencia de algún otro laboratorio de potencia en América Latina y EE.UU.?

El laboratorio LAPEM en México.

9. ¿Qué institución es encargada de certificar laboratorios de potencia?

ETESAL por ejemplo antes ofrecían ese servicio, la GEO hacia ese tipo de servicios, CAEES y DELSUR tienen algunos de estos servicios y realizan algunas pruebas y de ahí hay un par de laboratorios en el área de El Salvador que ofrecen pruebas de aceite.

La OSN ellos lo que dictaminan son normas, generalmente los laboratorios tienen lo que se llama trazabilidad, por lo que necesita que nuestros equipos estén certificados por un ente que a su vez este certificado.

Anexo E Tabla de transformadores recibidos en 2022.

	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
transfos recibidos	42	32	54	46	38	49	50	62	35	52	87	73
transfos nuevos	16	10	25	14	13	11	14	26	19	20	30	25
transfor para recuperacion	26	22	29	32	25	38	36	36	16	32	57	48
inspeccion visual	42	32	54	46	38	49	50	62	35	52	87	73
prueba TTR	42	32	54	46	38	49	50	62	35	52	87	73
prueba de aislamiento	42	32	54	46	38	49	50	62	35	52	87	73
prueba totales 1° fase	126	96	162	138	114	147	150	186	105	156	261	219
transfos fallaron en 1° fase	10	12	20	15	20	20	15	14	10	18	25	26
transfos que pasan a 2° fase	16	10	9	17	5	18	21	22	6	14	32	22
transfos nuevos pasan 2° fase	16	10	25	14	13	11	14	26	19	20	30	25
determinacion de color aceite	16	10	9	17	5	18	21	22	6	14	32	22
prueba de rigidez dielectrica	16	10	9	17	5	18	21	22	6	14	32	22
prueba de voltaje	32	20	34	31	18	29	35	48	25	34	62	47
Total 2° fase	80	50	61	82	33	83	98	114	43	76	158	113
Total General	206	146	223	220	147	230	248	300	148	232	419	332

Tabla 268. Tabla de transformadores recibidos en 2022 por parte del Laboratorio de CAESS.

Anexo F Proyección de 5 años de los servicios ofrecidos por el Laboratorio de Potencia

		2024	Tiempo requerido	2025	Tiempo requerido	2026	Tiempo requerido	2027	Tiempo requerido	2028	Tiempo requerido
Empresas de distribución de energía.	Rigidez Dielectrica	68	1190	98	1715	128	2240	158	2765	188	3290
	Factor de potencia	68	10098	98	14553	128	19008	158	23463	188	27918
	Determinación de color	68	748	98	1078	128	1408	158	1738	188	2068
	Número de neutralización	68	1428	98	2058	128	2688	158	3318	188	3948
	Inspección visual	209	3135	293	4395	378	5670	462	6930	547	8205
	Prueba de impulso de tipo rayo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estudiantes	Rigidez Dielectrica	12	1200	13	1300	13	1300	13	1300	13	1300
	Factor de potencia	12	1200	13	1300	13	1300	13	1300	13	1300
	Determinación de color	12	1200	13	1300	13	1300	13	1300	13	1300
	Número de neutralización	12	1200	13	1300	13	1300	13	1300	13	1300
	Inspección visual	12	1200	13	1300	13	1300	13	1300	13	1300
	Prueba de impulso de tipo rayo	4	400	4	400	4	400	4	400	4	400
	TOTAL min		22999		30699		37914		45114		52329
	Total hrs requeridas		383.32		511.65		631.9		751.9		872.15

Tabla 269. Consolidado de proyección de 5 años de los servicios ofrecidos por el Laboratorio de Potencia.

Anexo G Tabla resumen de proyección de la demanda.

TABLA RESUMEN DE PROYECCIÓN DE LA DEMANDA - EMPRESAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA.					
	2024	2025	2026	2027	2028
Rigidez Dielectrica	68	98	128	158	188
Factor de potencia	68	98	128	158	188
Determinación de color	68	98	128	158	188
Número de neutralización	68	98	128	158	188
Inspección visual	209	293	378	462	547
Prueba de impulso de tipo rayo	0	0	0	0	0
TOTAL	481	685	890	1094	1299

Tabla 270. Tabla resumen de proyección de la demanda de empresas de distribución de energía.

Anexo H Duración de los servicios en segundos, minutos y horas

Tiempo de duración de servicios	segundos	minutos	horas
Rigidez Dielectrica	1050	17.5	0.29
Factor de potencia	8910	148.5	2.48
Determinación de color	660	11	0.18
Número de neutralización	1260	21	0.35
Inspección visual	900	15	0.25
Prueba de impulso de tipo rayo	3510	58.5	0.98

Tabla 271. Tiempos promedio de los servicios ofertados por el Laboratorio de Potencia.

Anexo I Instalaciones y alrededores del Edificio de Potencia en el año 2023

Ilustración 66 Entrada principal del Laboratorio de Potencia. Fotografía tomada en Agosto 2023.



Ilustración 67 Ala izquierda del primer nivel del Laboratorio de Potencia equipado con lavadoras por los Juegos Centroamericanos y del Caribe 2023



Ilustración 68 Racks metálicos instalados en el primer nivel del Laboratorio de Potencia.



Ilustración 69 Cortina metálica del primer nivel del Laboratorio de Potencia en óptimas condiciones.



*Ilustración 70 Almacén de insumos de lavandería en ala derecha del primer nivel del Laboratorio de Potencia.
Fotografía tomada en agosto 2023*



Ilustración 71 Gradas que llevan al segundo nivel del Laboratorio de Potencia.

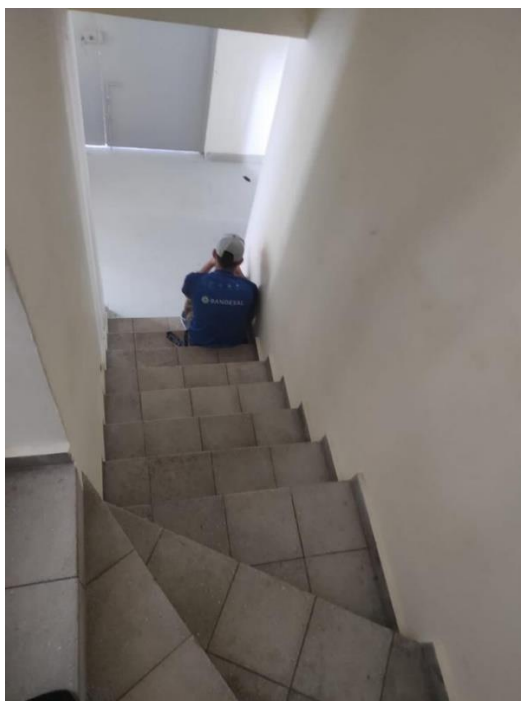


Ilustración 72 Ventiladores y cielo falso restaurado del Laboratorio de Potencia



Ilustración 73 Puerta principal del Laboratorio de Potencia.



Anexo J Exteriores de las áreas propuestas como ubicaciones posibles de un nuevo edificio de potencia

Ilustración 74 Ubicación de ASEIAS y ex Toldo Azul.



Ilustración 75 Imagen lateral de la ubicación del ex Toldo Azul.



Ilustración 76 Ubicación de la Asociación de Estudiantes de Ingeniería Industrial.



Anexo K Entrevista al Licenciado Jorge Osmin Hernández Vargas



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN: “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA
REACTIVACIÓN DEL LABORATORIO DE POTENCIA DE LA ESCUELA DE
INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE
LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR”**

Fecha: 19 de junio de 2023

Lugar: San Salvador, videollamada por Google Meets **Hora:** 10:00 a.m.

Entrevistado: Lic. Jorge Osmin Hernández Vargas

Cargo: Encargado de compras para la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Moderador/es: Br. Erick Rommel Orellana Abrego, Br. Bryan Andy Silva Rodríguez, Br. Gerson Edgardo Ramírez González.

Duración: De 10:00 a.m a 11:00 a.m

Entrevista

1. **¿Cómo funciona un laboratorio en la facultad que presta sus servicios a externos, se debe escribir en algún registro, o bajo qué razón social funcionaría?**

Poniendo como ejemplo el CIAN, ellos prestan servicio de los dosímetros se sube la oferta o el servicio al sistema electrónico de compras publicas de El Salvador COMPRASAL luego ellos hacen el proceso. Realmente yo manejo el proceso de

compras y adquisiciones de ingeniería, pero por medio de la UACI, a través del requerimiento y ellos lo suben a COMPRASAL.

Las compras en general por ejemplo con equipos de laboratorio se realiza el plan de compras lo aprueba la junta directiva, se introduce al Sistema Informático para la Gestión de Adquisiciones y Contrataciones de Obras, Bienes y Servicios de la Universidad de El Salvador (SIGAC).se procede a llevar a la UACI el documento, se hace un requerimiento, la UACI realiza una licitación ya sea a través de libre gestión o de compra directa.

Luego de proceder a realizar el contrato, Orden de compra o una orden de pedido, Después que el técnico a revisado el equipo y todos sus componentes se realiza un comprobante de retención, un acta de recepción y un quedan. Estos documentos son enviados a contabilidad de la facultad para posteriormente enviárselo a presupuesto, luego a tesorería para posteriormente elaborar el pago.

2. ¿El plan de compras que Ud. menciona es mensual o anual?

El plan de compra se realiza anual, específicamente por el mes de noviembre, a solicitud de la UACI quien establece que necesita el plan de compras comprendido en cierto periodo de tiempo (normalmente un año) comprendido entre todas las facultades, desde un tornillo hasta un vehículo.

3. ¿Como funcionan las compras que están fuera de presupuesto?

En ese caso se realiza a través del fondo circulante (\$5000) solamente en casos de emergencia, y que no sobrepasen los \$570. no sin antes pasar por la aprobación de junta directiva.

4. ¿Cuáles son las diferentes formas de pagos a proveedores con que cuenta la Universidad?

En cheque y transferencia, cuando es transferencia el proveedor es el encargado de mandar una carta a tesorería adonde están todos los datos de la empresa firmada por el representante legal.

5. ¿La Universidad tiene establecido los plazos en los cuales se pueden realizar los pagos a los proveedores?

La UACI ya establece los plazos de compra máximo 90 días, normalmente la facultad realiza los pagos en 21 días

6. ¿Cuál es el proceso de cobro de servicios a los clientes?

A través de colecturía de la facultad a través del licenciado Simeón (él es quien podría explicar cómo es el proceso de mejor manera)

7. ¿Cuáles son las leyes que se debe apegar la Facultad para realizar las compras?

La facultad se rige por la ley LACAP, ahora llamada la Ley de Compras Públicas, así como también la Unidad de Adquisiciones y Contrataciones Institucionales (UACI) pasara a llamarse Unidad de Compras Públicas.

Anexo L Entrevista al Ingeniero Francisco Alarcón



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN: “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA
REACTIVACIÓN DEL LABORATORIO DE POTENCIA DE LA ESCUELA DE
INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE
LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR”**

Fecha: 9 de junio de 2023

Lugar: San Salvador, videollamada por Google Meets **Hora:** 10:30 a.m.

Entrevistado: Ing. Francisco Alarcón

Cargo: Encargado del Manejo de los temas legales del Laboratorio de suelos y materiales.

Moderador/es: Br. Erick Rommel Orellana Abrego, Br. Bryan Andy Silva Rodríguez, Br. Gerson Edgardo Ramírez González.

Duración: De 10:30 a.m a 12 p.m.

Entrevista

1. ¿Cómo funciona el laboratorio de Suelos y Materiales?

Inicio como un laboratorio académico para el fortalecimiento de conocimientos de la formación académica de los estudiantes de Ingeniería Civil. A raíz de la falta de un laboratorio de esa índole en el país se decide dar esos servicios de pruebas que nadie más las podía realizar en el país, se puso una cuota que le permitiría cubrir el gasto realizado.

Con el tiempo se establecieron las cuotas a cancelar por cada servicio ofrecidos estos aranceles entran a formar parte de los recursos de la facultad.

En la actualidad ya no se prestan servicios externos.

2. ¿Bajo qué razón social funciona el laboratorio cuando se realizaban servicios externos?

Es un laboratorio netamente institucional, es netamente de la Facultad de la Escuela de Civil, no hay entes externos involucrados.

3. ¿Cuál es el procedimiento legal que debe seguir para crear un laboratorio?

Si es una facultad, se tiene que generar los documentos que establezcan los objetivos generales y específicos de ese laboratorio, se establecerá de quien dependerá.

Cuando es dependencia de la escuela se debe regir por el mismo reglamento de la Facultad, pero cuando ofrece servicios externos debe tener su propio reglamento. En el caso de la escuela de Ingeniería Eléctrica, se debe realizar a través del director con el jefe del departamento deben elaborar una propuesta de creación del laboratorio definiendo los objetivos. Definir si será exclusivamente académico.

4. ¿Qué papel juega la ley LACAP para el funcionamiento del laboratorio?

Depende si la ley realizara contrataciones se deberán gestionar a través de la Unidad de Compras Públicas, quien es la encargada de realizar las licitaciones

5. ¿Cómo se realiza el proceso de compra cuando el financiamiento es por parte de fondos de la universidad?

Se plantea en Junta Directiva, si la facultad tiene fondos se gestiona la compra a través de la Unidad de Compras publicas

6. ¿La Facultad de Ingeniería y Arquitectura cuenta con reglamentos para laboratorio?

No

7. ¿Existe la red de laboratorios de la FIA?

Existe un acuerdo de Junta directiva, No tiene una ubicación física, cada laboratorio se encuentra en su escuela.
La idea de esa red es hacer un grupo de laboratorios que se conjuguen y apoyen internamente entre ellos.



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN: “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA
REACTIVACIÓN DEL LABORATORIO DE POTENCIA DE LA ESCUELA DE
INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE
LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR”**

Fecha: 3 de julio de 2023

Lugar: San Salvador, videollamada por Google Meets **Hora:** 10:30 a.m.

Entrevistado: Ing. Werner Meléndez

Cargo: Director de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Moderador/es: Br. Erick Rommel Orellana Abrego, Br. Bryan Andy Silva Rodríguez, Br. Gerson Edgardo Ramírez González.

Duración: De 10:30 a.m a 11:30 a.m

Entrevista

1. ¿De los cuatro departamentos que conforman la escuela de ingeniería eléctrica, cuales de ellos tienen un laboratorio?

Todos, en el departamento de comunicaciones se llama telemática, el nombre genérico se debe ya que se abarca telecomunicaciones e informática (infraestructura de transmisión de datos). Potencia cuenta con su laboratorio de motores, de potencia, el fotovoltaico y el de Electrónica cuenta con el de automatismo.

En Resumen:

Energía y potencia cuenta con el Laboratorio de alta tensión y Laboratorio de motores

Electrónica e instrumentación cuenta con el Laboratorio de electrónica y metrología eléctrica

Informática y documentación

Telecomunicaciones cuenta con el Laboratorio de telemática

2. ¿Cuándo fue la fecha de fundación del laboratorio de Potencia

El equipamiento del laboratorio se da con el apoyo de la comunidad económica europea de 1985 a 1989. En esos cinco años vinieron los equipos.

3. ¿Dentro del pensum de la carrera de ingeniería eléctrica Cuáles son las materias que hacen uso del laboratorio de potencia?

Dentro de las pruebas de impulsos, solamente una asignatura que tiene el mismo nombre que la prueba y es una técnica electiva, como uso de espacio poco a poco se le han ido agregando. Por ejemplo, se realiza el de control de motores y el de generación eléctrica

4. ¿Cuál es la cantidad de proyectos que se asignan en las materias que hacen uso del laboratorio?

La de motores se realizan de 6 a 8 practicas por ciclo, mientras que las de impulso no se realizan frecuentemente de 4 a 5 practicas al año.

5. ¿Hay otras materias que puedan llegar a necesitar usar el laboratorio en algún proyecto o tarea?

Las tesis, proyectos de ingeniería etc.

6. ¿Qué tan frecuente es el uso del laboratorio para proyectos o tesis?

Normalmente se desarrollan entre 2 tesis al año y 2 proyectos al año.

7. ¿Existe una estructura organizativa para el laboratorio?

Se tiene la división por departamentos, el especialista en el área es el Ing. Luis Roberto Chevez Paz. (encargado del laboratorio).
En el laboratorio también trabaja el Ing. Cetino y Miguel Hernández

8. ¿El laboratorio posee algún tipo de manual?

No, no hay ni a nivel técnico, ni de SSO, no cuenta con un manual de políticas establecidas

9. ¿Bajo que reglamento se rige el laboratorio?

En cuanto a su uso se rige actualmente bajo sentido común.

10. ¿Quién toma las decisiones dentro del laboratorio?

El Ingeniero Chevez

11. ¿Cuál es el rol del Ing. Cetino y de Miguel Hernández dentro del laboratorio?

La falta de espacio a obligado que el laboratorio se ocupe para múltiples funciones, y es allí adonde ellos realizan sus actividades curriculares

12. ¿Cuál sería una jornada laboral para el encargado del laboratorio?

Dependerá de la normativa de país o la demanda por ejemplo si la legislación obligara a las empresas a realizar pruebas a los elementos adquiridos para ver si cumplen el aislamiento que especifica el fabricante, la intensidad de uso sería bastante.

13. ¿Cuál será la distribución del laboratorio después de los Juegos centroamericanos y del Caribe San Salvador 2023?

Primera instancia tratar de estabilizar y ordenar todo lo que se ha retirado del laboratorio. Pero no hay una distribución concreta

Anexo N Depreciación acumulada para la inversión en obra civil

AÑO	1	2	3	4	5
EQUIPO					
Ventana de Vidrio	\$3.23	\$6.46	\$9.69	\$12.92	\$16.15
Placa de identificación del Laboratorio de Potencia	\$2.98	\$5.95	\$8.93	\$11.90	\$14.88
TOTAL	\$6.21	\$12.41	\$18.62	\$24.82	\$31.03

AÑO	6	7	8	9	10
EQUIPO					
Ventana de Vidrio	\$19.38	\$22.61	\$25.84	\$29.07	\$32.30
Placa de identificación del Laboratorio de Potencia	\$17.85	\$20.83	\$23.80	\$26.78	\$29.75
TOTAL	\$37.23	\$43.44	\$49.64	\$55.85	\$62.05

AÑO	11	12	13	14	15
EQUIPO					
Ventana de Vidrio	\$35.53	\$38.76	\$41.99	\$45.22	\$48.45
Placa de identificación del Laboratorio de Potencia	\$32.73	\$35.70	\$38.68	\$41.65	\$44.63
TOTAL	\$68.26	\$74.46	\$80.67	\$86.87	\$93.08

AÑO	16	17	18	19	20

EQUIPO					
Ventana de Vidrio	\$51.68	\$54.91	\$58.14	\$61.37	\$64.60
Placa de identificación del Laboratorio de Potencia	\$47.60	\$50.58	\$53.55	\$56.53	\$59.50
TOTAL	\$99.28	\$105.49	\$111.69	\$117.90	\$124.10

Anexo O Balance General Proforma elaborado para 5 años:

AÑO 1			
ACTIVO		PASIVO	
Activo circulante		Pasivo corto plazo	
Efectivo	\$ 9,161.71	Cuentas por pagar	\$ -
Cuenta por cobrar	\$ -	Documentos por pagar	\$ -
Inventario PT	\$ -		
Inventario MP	\$ -	Pasivo largo plazo	
Total Activo Circulante	\$ 9,161.71		
Activos fijos netos		TOTAL PASIVOS	
Terreno	\$ 146.00		
Edificios	\$ -		
Maquinaria y equipo	\$ 40,992.49	CAPITAL	
Mobiliario oficina	\$ 1,455.49	Capital	\$ 64,951.26
Vehiculo	\$ -	Utilidades retenidas	\$ 9,210.17
-Depreciación acumulada	\$ 6,886.74	TOTAL CAPITAL	
Total Activo Fijo Neto	\$ 49,480.72		
Activos intangibles			
Otros activos	\$ 15,519.00		
Total activo intangibles	\$ 15,519.00		
TOTAL ACTIVOS	\$ 74,161.43	TOTAL PASIVO Y CAPITAL	74,161.43

AÑO 2			
ACTIVO		PASIVO	
Activo circulante		Pasivo corto plazo	
Efectivo	\$ 9,210.96	Cuentas por pagar	\$ -
Cuenta por cobrar	\$ -	Documentos por pagar	\$ -
Inventario PT	\$ -		
Inventario MP	\$ -	Pasivo largo plazo	
Total Activo Circulante	\$ 9,210.96		
Activos fijos netos		TOTAL PASIVOS	
Terreno	\$ 146.00		
Edificios	\$ -		
Maquinaria y equipo	\$ 40,992.49	CAPITAL	
Mobiliario oficina	\$ 1,455.49	Capital	\$ 64,951.26
Vehiculo	\$ -	Utilidades retenidas	\$ 9,259.43
-Depreciación acumulada	\$ 6,886.74	TOTAL CAPITAL	
Total Activo Fijo Neto	\$ 49,480.72		
Activos intangibles			
Otros activos	\$ 15,519.00		
Total activo intangible	\$ 15,519.00		
TOTAL ACTIVOS	\$ 74,210.69	TOTAL PASIVO Y CAPITAL	74,210.69

AÑO 3			
ACTIVO		PASIVO	
Activo circulante		Pasivo corto plazo	
Efectivo	\$ 9,210.96	Cuentas por pagar	\$ -
Cuenta por cobrar	\$ -	Documentos por pagar	\$ -
Inventario PT	\$ -		
Inventario MP	\$ -	Pasivo largo plazo	
Total Activo Circulante	\$ 9,210.96		
Activos fijos netos		TOTAL PASIVOS	
Terreno	\$ 146.00		
Edificios	\$ -		
Maquinaria y equipo	\$ 40,992.49	CAPITAL	
Mobiliario oficina	\$ 1,455.49	Capital	\$ 64,951.26
Vehiculo	\$ -	Utilidades retenidas	\$ 9,056.36
-Depreciación acumulada	\$ 6,683.68	TOTAL CAPITAL	
Total Activo Fijo Neto	\$ 49,277.66		
Activos intangibles			
Otros activos	\$ 15,519.00		
Total activo intangibles	\$ 15,519.00		
TOTAL ACTIVOS	\$ 74,007.62	TOTAL PASIVO Y CAPITAL	74,007.62

AÑO 4			
ACTIVO		PASIVO	
Activo circulante		Pasivo corto plazo	
Efectivo	\$ 9,210.96	Cuentas por pagar	\$ -
Cuenta por cobrar	\$ -	Documentos por pagar	\$ -
Inventario PT	\$ -		
Inventario MP	\$ -	Pasivo largo plazo	
Total Activo Circulante	\$ 9,210.96		
Activos fijos netos		TOTAL PASIVOS	
Terreno	\$ 146.00		
Edificios	\$ -		
Maquinaria y equipo	\$ 40,992.49	CAPITAL	
Mobiliario oficina	\$ 1,455.49	Capital	\$ 64,951.26
Vehiculo	\$ -	Utilidades retenidas	\$ 9,056.36
-Depreciación acumulada	\$ 6,683.68	TOTAL CAPITAL	
Total Activo Fijo Neto	\$ 49,277.66		
Activos intangibles			
Otros activos	\$ 15,519.00		
Total activo intangibles	\$ 15,519.00		
TOTAL ACTIVOS	\$ 74,007.62	TOTAL PASIVO Y CAPITAL	74,007.62

AÑO 5			
ACTIVO		PASIVO	
Activo circulante		Pasivo corto plazo	
Efectivo	\$ 9,210.96	Cuentas por pagar	\$ -
Cuenta por cobrar	\$ -	Documentos por pagar	\$ -
Inventario PT	\$ -		
Inventario MP	\$ -	Pasivo largo plazo	
Total Activo Circulante	\$ 9,210.96		
Activos fijos netos		TOTAL PASIVOS	
Terreno	\$ 146.00		
Edificios	\$ -		
Maquinaria y equipo	\$ 40,992.49	CAPITAL	
Mobiliario oficina	\$ 1,455.49	Capital	\$ 64,951.26
Vehiculo	\$ -	Utilidades retenidas	\$ 9,056.36
-Depreciación acumulada	\$ 6,683.68	TOTAL CAPITAL	
Total Activo Fijo Neto	\$ 49,277.66		
Activos intangibles			
Otros activos	\$ 15,519.00		
Total activo intangibles	\$ 15,519.00		
TOTAL ACTIVOS	\$ 74,007.62	TOTAL PASIVO Y CAPITAL	74,007.62