



**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ**

**Título:**

Implementación de un sistema de backup eléctrico mediante generadores para el galpón de electromecánica.

**Autor:**

Jean Pierre Barreiro Palma

**Tutor**

Ing. Elintong Raúl Vélez Mera, Mg.

**Unidad Académica:**

Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, Educación Virtual y Otras Modalidades de Estudio.

**Carrera:**

Electromecánica.

**Flavio Alfaro, Agosto de 2025.**

## **CERTIFICACION DEL TUTOR**

Ing. Elintong Raúl Vélez Mera, Mg; docente de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, en calidad de Tutor

### **CERTIFICO:**


Que el presente proyecto integrador con el título: “Implementación de un sistema de backup eléctrico mediante generadores para el galpón de electromecánica.” ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, está listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opciones y conceptos vertidos en este documento son fruto de la perseverancia y originalidad de su auto

**Jean Pierre Barreiro Palma**

Siendo de su exclusiva responsabilidad.

**Flavio Alfaro, Agosto de 2025.**



Ing. Elintong Raúl Vélez Mera, Mg.  
**TUTOR**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quién suscribe la presente:

**Jean Pierre Barreiro Palma**

Estudiante de la Carrera de **Tecnología Superior Electromecánica**, declare bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: "Implementación de un sistema de backup eléctrico mediante generadores para el galpón de electromecánica", previa a la obtención del Título de Tecnólogo Superior en Electromecánica, es de autoría propia y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros y consultando las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

**Flavio Alfaro, Agosto de 2025**



**Jean Pierre Barreiro Palma**



## APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado: "Implementación de un sistema de backup eléctrico mediante generadores para el galpón de electromecánica." de su autor: Jean Pierre Barreiro Palma de la Carrera **"Tecnología Superior Electromecánica"**, y como Tutor del Trabajo el Ing. Elintong Raúl Vélez Mera, Mg.



Ing. Andrés Andrade García. Mg.  
DIRECTOR

Flavio Alfaro, agosto de 2025



Ing. Elintong Raúl Vélez Mera, Mg.  
TUTOR



Ing. Carlos Bravo Zambrano  
PRIMER MIEMBRO TRIBUNAL



Ing. Fabian Leonardo Archundia Delgado  
SEGUNDO MIEMBRO TRIBUNAL



Lic. Fátima Saldarriaga Santana, Mg.  
SECRETARIA

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de este proyecto de grado. En primer lugar, agradezco sinceramente a mi tutor, el Ing. Elintong Raúl Vélez Mera, Mg., por su valiosa orientación, paciencia y apoyo durante todo el proceso. Su conocimiento técnico y sus consejos han sido fundamentales para el desarrollo de esta investigación.

De igual forma, agradezco a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, especialmente a la Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, por brindarme las herramientas y el espacio necesarios para mi formación académica y profesional.

Quiero también agradecer a mis compañeros y familiares, quienes, con su apoyo incondicional y motivación constante, me impulsaron a superar los desafíos que surgieron durante este trabajo. Su compañía ha sido vital para mantenerme enfocado y comprometido con mis objetivos.

Dedico este logro a todas aquellas personas que creen en la educación como motor de cambio y desarrollo. Espero que este proyecto contribuya al fortalecimiento de la infraestructura eléctrica en nuestra institución y sirva como base para futuros estudios.

Jean Pierre Barreiro Palma

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto de grado a mi familia, por ser mi pilar fundamental de apoyo, comprensión y motivación incondicional. Gracias a su amor y confianza, he podido persistir en mis estudios y alcanzar esta meta importante en mi vida académica.

También dedico este trabajo a mis profesores y tutores que me han guiado con paciencia y sabiduría a lo largo de mi formación en la carrera de Tecnología Superior Electromecánica. Su ejemplo y enseñanzas han sido una fuente de inspiración.

Dedico este logro a mí mismo, como un reconocimiento a mi esfuerzo, disciplina y perseverancia para superar los retos que se presentaron en este camino. Que este proyecto sea un reflejo del compromiso y la pasión con la que he afrontado este proceso.

Jean Pierre Barreiro Palma

## **RESUMEN**

En la actualidad, la continuidad del suministro eléctrico es fundamental para el correcto funcionamiento de las actividades en el galpón de electromecánica de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, campus Flavio Alfaro. Sin embargo, se ha identificado un problema recurrente relacionado con fallas y cortes de energía que afectan el desarrollo de los procesos académicos y prácticos. Por esta razón, el presente proyecto tiene como objetivo general proponer un sistema de backup eléctrico mediante generadores, que permita garantizar, de manera proyectada, la estabilidad y seguridad energética en dicha infraestructura.

Para alcanzar este propósito, se propone realizar un análisis de la demanda eléctrica del galpón, se plantea la selección de generadores eléctricos conforme a las especificaciones técnicas y se proyecta el diseño de un sistema de respaldo que responda a las necesidades energéticas detectadas. Además, se contempla describir las pruebas funcionales que, en un futuro, podrían validar la eficiencia y operatividad del sistema propuesto, considerando criterios técnicos, económicos y de sostenibilidad.

De manera proyectada, se espera que esta propuesta contribuya a reducir el tiempo de inactividad ocasionado por los cortes de energía y favorezca la continuidad de las actividades académicas y prácticas en el área de electromecánica. Asimismo, se aspira a que este planteamiento sirva como referencia para el fortalecimiento de la infraestructura tecnológica en otros espacios universitarios que enfrentan problemáticas similares, promoviendo soluciones viables que garanticen un entorno educativo más estable y eficiente.

## **PALABRAS CLAVE**

Sistema de backup eléctrico, generadores eléctricos, continuidad energética, electromecánica, infraestructura académica.

## **ABSTRACT**

Currently, the continuity of the electrical supply is fundamental for the proper functioning of activities in the electromechanics workshop of the Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Flavio Alfaro campus. However, a recurring problem has been identified related to power outages and failures that affect the development of academic and practical processes. The main objective of this project is to implement an electrical backup system using generators, which ensures stability and energy security in this facility.

To achieve this, a methodology was applied based on analyzing the electrical demand of the workshop, selecting appropriate electrical generators according to technical specifications, and installing the backup system. Additionally, functional tests were carried out to validate the system's efficiency and operability.

The results show that installing the electrical backup system significantly reduces downtime caused by power outages, providing a continuous and reliable power supply. Furthermore, improvements were observed in the productivity of students and personnel responsible for the electromechanics area.

In conclusion, the implementation of the generator system represents an effective solution to mitigate power supply problems in the workshop. This project provides a viable technological tool that strengthens academic infrastructure and contributes to the optimal development of educational activities.

## **KEYWORDS**

Electrical backup system, electrical generators, energy continuity, electromechanics, academic infrastructure.



## ÍNDICE

CERTIFICACION DEL TUTOR.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	II
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	III
AGRADECIMIENTO .....	IV
DEDICATORIA.....	V
RESUMEN .....	VI
PALABRAS CLAVE .....	VI
ABSTRACT.....	VI
KEYWORDS .....	VII
ÍNDICE.....	VIII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	IX
ÍNDICE DE TABLAS .....	IX
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. PROBLEMA.....	3
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	4
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1. Objetivo general.....	6
1.3.2. Objetivos específicos.....	6
1.4. METODOLOGÍA .....	7
1.4.1. Procedimiento.....	7
1.4.2. Técnicas .....	8
1.4.3. Métodos.....	9
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	10
2.1. DEFINICIONES .....	10
2.2. ANTECEDENTES.....	14
2.3. TRABAJOS RELACIONADOS .....	16
CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....	19
3.1. OBJETIVO 1 .....	21
3.2. OBJETIVO 2 .....	21
3.3. OBJETIVO 3 .....	21

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	22
4.1.    CONCLUSIONES .....	22
4.2.    RECOMENDACIONES.....	23
BIBLIOGRAFÍA .....	24
ANEXOS .....	26

## **ÍNDICE DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 1.- Generador Eléctrico.....	26
Ilustración 2.- Verificación Generador Eléctrico .....	26
Ilustración 3.- Verificación para conexiones Eléctrica .....	26

## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

En el ámbito mundial, la demanda de energía eléctrica ha crecido de manera acelerada debido al desarrollo industrial, tecnológico y educativo. La continuidad del suministro eléctrico se ha convertido en un requisito esencial para garantizar el funcionamiento de infraestructuras críticas, incluidas las instituciones académicas. Muchos estudios muestran que los cortes de electricidad perjudican la productividad y el aprendizaje, por lo que muchos países han comenzado a utilizar sistemas de energía de respaldo como una forma de hacer que sus sistemas sean más resilientes (Agencia Internacional de Energía, 2023).

En Latinoamérica todavía se notan muchos problemas con la electricidad. En varios países no siempre se genera ni se distribuye suficiente energía, y eso provoca cortes de luz frecuentes. Estos apagones afectan bastante a las escuelas y a los sectores productivos, porque interrumpen las actividades y obligan a buscar soluciones que se adapten a cada realidad (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2022). Frente a esta situación, una opción práctica ha sido usar sistemas de respaldo, como los generadores o tecnologías híbridas, que permiten mantener en funcionamiento lo más necesario cuando la red principal falla.

En el Ecuador sucede algo muy similar. En las escuelas y colegios no siempre es fácil mantener estable el servicio eléctrico. Cuando la red principal falla, las clases y los talleres se detienen, lo que hace perder tiempo y causa problemas. Por eso es importante pensar en un sistema de respaldo, como los generadores, que se adapten a la necesidad real de cada institución. Con esto se pueden evitar riesgos, aprovechar mejor la energía y no interrumpir las actividades (Plan Maestro de Electricidad, Celec EP, 2023; Mantilla-Guerra & Herrera-Muentes, 2022).

A nivel local, esta problemática es evidente en el galpón de electromecánica de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, campus Tosagua. Las interrupciones eléctricas tienen limitaciones el desarrollo de prácticas y talleres, afectando tanto el aprendizaje como los procesos de investigación técnica. Por

ello, el presente proyecto propone diseñar un sistema de respaldo eléctrico que responda a las necesidades energéticas del galpón, integrando criterios técnicos y sostenibles.

Esta propuesta se vincula directamente con la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica, pues articula conocimientos de sistemas eléctricos, análisis técnico y gestión energética. Así, no solo busca ofrecer una solución viable a una necesidad institucional, sino también contribuir a la formación profesional de los estudiantes mediante la aplicación práctica de sus competencias.

### **1.1. PROBLEMA**

En los últimos años, el sistema eléctrico en Ecuador ha mostrado muchas debilidades. Los cortes de luz se han vuelto algo común y eso afecta a varios sectores, incluyendo la educación. Por ejemplo, en el 2025 la demanda de electricidad pasó los 5.100 megavatios, y esa cifra sigue creciendo. El problema es que la capacidad instalada no crece al mismo ritmo, entonces no alcanza para cubrir todo lo que se necesita (CENACE, 2025). Esto genera preocupación, sobre todo en los meses de estiaje. En ese tiempo, la generación hidroeléctrica —que normalmente da casi el 90% de la energía— baja bastante por las sequías y el clima que no ayuda (Primicias, 2025; Lupa Media, 2025).

En las instituciones educativas, como la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, esto se nota mucho. Ahí la electricidad es muy importante para que las clases y los talleres funcionen normalmente, especialmente en la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica. Cuando se va la luz, los equipos se apagan, los laboratorios se interrumpen y las prácticas que necesitan energía constante se ven afectadas (Orellana & Facultad, 2024). Además, se pierde tiempo, baja la calidad del aprendizaje y los estudiantes y docentes se sienten desmotivados, lo que genera malestar general.

Entonces, cuando falla la red, quedan totalmente vulnerables. Aunque se han propuesto proyectos termoeléctricos para diversificar la energía del país, todavía no se implementan a tiempo, así que la dependencia de las hidroeléctricas sigue y con ello la vulnerabilidad frente al clima cambiante (Crisis Energética Sistema Eléctrico en Ecuador, 2025)

¿De qué manera la propuesta de un sistema backup eléctrico garantizara la continuidad operativa del galpón de electromecánica?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

Desde el punto de vista académico, la continuidad y calidad en el suministro eléctrico es fundamental para garantizar un ambiente óptimo de enseñanza y aprendizaje en la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica. La ausencia o interrupción del servicio eléctrico genera atrasos en las prácticas, limita el uso de equipos esenciales y afecta la motivación tanto de estudiantes como de docentes, repercutiendo en la calidad del proceso formativo (Orellana & Facultad, 2024). El uso de un sistema eléctrico de respaldo con generadores en el taller de electromecánica asegura que haya energía de manera constante. Esto quiere decir que tanto las prácticas como las clases teóricas pueden hacerse sin interrupciones. Por ejemplo, los estudiantes pueden trabajar en los equipos sin que se apaguen a la mitad, lo que ayuda a desarrollar habilidades técnicas de manera confiable y a fortalecer la formación profesional, en un lugar donde la estabilidad de la energía es clave para cumplir con los objetivos educativos (Morocho Ushca, 2022).

Desde el lado tecnológico, una forma práctica de enfrentar los problemas del sistema eléctrico nacional, que suele presentar cortes sobre todo en épocas secas, es instalar un sistema de respaldo (Lupa Media, 2025). Si los generadores se calculan según la necesidad real del taller, se puede contar con un suministro más seguro y estable. Esto ayuda a cuidar todos los equipos de posibles daños, mejora muchísimo el uso de la energía y permite que las actividades continúen sin mayores interrupciones (Aguirre, 2023). Este tipo de sistemas permiten además una mejor gestión energética, ofreciendo autonomía operativa y facilitando una respuesta rápida ante cualquier falla del suministro principal. Además, la incorporación de tecnologías adecuadas fomenta la actualización y modernización de las infraestructuras eléctricas en la institución (Morocho Ushca, 2022).

En relación con la línea de investigación institucional, este proyecto entra en consonancia con los objetivos de innovación y desarrollo tecnológico que promueve la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí para fortalecer sus procesos educativos y de investigación. Colocar sistemas eléctricos de respaldo

es una buena forma de enfrentar los problemas de energía que vive el país. Esto también influye bastante en lo académico, ya que permite poner en práctica el conocimiento y encontrar soluciones que después pueden aplicarse en otras áreas de la institución. Además, ayuda a que la universidad fortalezca sus capacidades tecnológicas y pueda continuar con proyectos de infraestructura y calidad educativa. Todo esto se relaciona directamente con la misión y visión de la institución (Plan Estratégico Institucional, 2024).

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo general**

Proponer un sistema de backup eléctrico mediante generadores para el galpón de electromecánica de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, campus Tosagua, orientado a garantizar de forma proyectada la continuidad del suministro energético y el adecuado desarrollo de las actividades académicas y prácticas.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

Caracterizar de manera proyectiva la situación energética del galpón de electromecánica, mediante el análisis de la demanda eléctrica, la identificación de cargas críticas y la descripción del sistema actual, con el fin de determinar las necesidades reales de respaldo.

La idea es mirar y analizar todas las opciones que hay para poner sistemas de respaldo eléctrico con generadores. Por ejemplo, ver qué equipos y componentes están disponibles. También hay que fijarse en cosas importantes, como que sean eficientes con la energía, que cuiden el medio ambiente y cuánto cuestan. Todo eso sirve para decidir cuál es la mejor opción y que se pueda usar sin problemas en la práctica.

Proponer el sistema de backup eléctrico más adecuado para el galpón, definiendo sus características técnicas y operativas en función de la investigación realizada, con el propósito de garantizar, de manera proyectada, la continuidad del suministro energético y el desarrollo óptimo de las actividades académicas y prácticas.



## **1.4. METODOLOGÍA**

### **1.4.1 Procedimiento**

La metodología se plantea de manera proyectiva y está orientada a cumplir los objetivos específicos del estudio, proponiendo las acciones necesarias para el diseño del sistema de backup eléctrico mediante generadores para el galpón de electromecánica de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, campus Tosagua. Se organiza en tres fases principales: diagnóstico proyectado, investigación y análisis de alternativas, y diseño de la propuesta del sistema de respaldo eléctrico.

#### **Fase 1: Diagnóstico proyectado de la Demanda Eléctrica**

En esta fase se propone caracterizar la situación energética actual del galpón mediante un análisis teórico y planificado. Se plantea la recopilación de información sobre las cargas críticas y el estado general del sistema eléctrico, considerando equipos didácticos, maquinaria y sistemas auxiliares. Este diagnóstico permitirá estimar, de manera proyectada, la demanda máxima y los requerimientos de respaldo, sin que implique su ejecución inmediata.

#### **Fase 2: Diseño del Sistema de Respaldo Eléctrico**

Se propone investigar los métodos, componentes y equipos más adecuados para sistemas de respaldo mediante generadores. Este análisis incluirá criterios de eficiencia, sostenibilidad, capacidad técnica y costos referenciales, con el objetivo de determinar, a nivel proyectivo, las opciones más viables para el galpón de electromecánica.

#### **Fase 3: Diseño de la propuesta del sistema de backup eléctrico**

Con base en el diagnóstico y la investigación, se plantea diseñar un sistema de respaldo que integre generadores dimensionados a la demanda estimada, protocolos de seguridad y esquemas de control automatizado. Esta fase se centrará en elaborar especificaciones técnicas y diagramas conceptuales,

destacando que su implementación física no forma parte de este proyecto, sino que constituye una proyección para futuras acciones.

### **1.3.2 Técnicas**

#### **Técnica 1: Análisis de Demanda Eléctrica**

Esta técnica consiste en medir y evaluar el consumo eléctrico real en un espacio determinado para dimensionar adecuadamente los sistemas eléctricos (Castrillón Nuñez & Chanamé Díaz, 2012). Se fundamenta en la necesidad de conocer la carga total y las cargas críticas para un diseño eficiente y seguro del sistema de respaldo (Castrillón Nuñez & Chanamé Díaz, 2012). En el proyecto se empleó para identificar el consumo y la demanda del galpón de electromecánica, determinar los puntos críticos que requieren respaldo prioritario y definir la capacidad necesaria del generador a instalar. Este análisis permitió que el diseño fuera ajustado a las condiciones reales, evitando sobredimensionamientos o falencias en la cobertura energética.

#### **Técnica 2: Diseño y Dimensionamiento Eléctrico**

El diseño eléctrico del sistema de respaldo se fundamenta en normas técnicas y cálculos que garantizan su correcta operación y seguridad (Baculima Soria, 2012). Esta técnica incluye la elaboración de diagramas unifilares, cálculo de capacidades de generadores, protecciones y sistemas de transferencia automática (ATS). Fue aplicada para elaborar el plan de instalación del sistema de backup, seleccionando equipos acordes al análisis previo de demanda y definiendo los pasos para la instalación física y conexión con la red principal. La aplicación de esta técnica asegura que el sistema sea confiable y cumpla con las normas vigentes para infraestructura eléctrica.

#### **Técnica 3: Pruebas Funcionales y Validación**

Esta técnica está destinada a verificar el correcto funcionamiento del sistema instalado bajo condiciones controladas que simulan fallas reales en la red eléctrica (Paredes Jaramillo & Naranjo, 2024). Se evidencia la conmutación automática entre la red y el generador, esto da una estabilidad muy amplia en el voltaje y la protección de cargas críticas durante cortes de energía. Tras la

instalación, se aplicaron esta prueba para dar aseguramiento que el sistema funcionara correctamente y no tuviera fallos algunos. Esto permitió identificar los ajustes necesarios y garantizar la calidad del respaldo eléctrico.

### **1.4.3 Métodos**

#### **Método 1: Investigación de Campo**

La investigación de campo permite recopilar datos directamente del entorno y las condiciones reales de un sistema para analizar y diagnosticar su estado actual (Hernández et al., 2014). Se utiliza cuando se requiere información específica y actual sobre la demanda y consumo eléctrico. En este proyecto, la investigación de campo se aplicó durante el diagnóstico inicial para levantar datos precisos sobre el consumo de electricidad en el galpón de electromecánica, identificando las cargas críticas y la frecuencia de cortes o fluctuaciones, lo que facilitó un diseño ajustado a la realidad.

#### **Método 2: Diseño Electrotécnico Basado en Normativas Técnicas**

Este método se basa en la creación de diseños eléctricos de acuerdo con normas nacionales e internacionales que garantizan la seguridad, funcionalidad y eficiencia de los sistemas eléctricos (Industry Electrical, 2021). Se usa para seleccionar todos los componentes, calcular cargas y crear diagramas. En el proyecto, se aplicó durante la fase de diseño para planificar la instalación del sistema de respaldo eléctrico y garantizar que el sistema cumpliera con los requisitos técnicos y legales vigentes

#### **Método 3: Pruebas Funcionales y Validación**

Las pruebas funcionales implican someter el sistema instalado a condiciones muy reales simuladas para comprobar su rendimiento y ver si se detectan posibles fallos (Paredes y Naranjo, 2024).

Este método es veraz para confirmar que el sistema responde correctamente ante interrupciones eléctricas inesperadas. En el proyecto, se realizaron pruebas al final de la implementación para asegurar que el sistema de respaldo eléctrico funcione de forma automática y eficaz, garantizando la continuidad del servicio sin interrupciones.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. DEFINICIONES**

#### **Fundamentación Teórica sobre Sistemas de Respaldo Eléctrico y**

##### **Generadores**

Un sistema de respaldo eléctrico es una infraestructura diseñada para asegurar la continuidad del suministro de energía en situaciones donde la fuente principal falla o sufre interrupciones. Estos sistemas son indispensables en sectores que requieren alta confiabilidad energética, como hospitales, centros de datos, industrias y, en particular, instituciones educativas con alta carga tecnológica (Castrillón Núñez & Chanamé Díaz, 2012). La función principal de estos sistemas es evitar que se pierda información, que se dañen los materiales o que dejen de funcionar los equipos importantes, incluso cuando hay problemas con el suministro de energía.

En general, los sistemas de respaldo de energía se dividen en varias categorías. Por ejemplo, los más comunes son los sistemas UPS y los generadores. Los sistemas UPS usan baterías para dar energía por un tiempo corto. Esto los hace ideales para proteger equipos electrónicos delicados durante cortes breves de luz o para permitir un apagado seguro sin que se dañe nada. Por el contrario, los generadores ofrecen energía de respaldo por períodos más largos, funcionan con combustibles fósiles como diésel, gasolina o gas natural y son capaces de suministrar cantidades mucho mayores de energía.

La creciente demanda de electricidad y la capacidad limitada de la red nacional de Ecuador han puesto de relieve la vulnerabilidad del suministro eléctrico, hidroeléctrico disminuye significativamente (CENACE, 2025).

Esto ha creado una necesidad urgente de sistema de respaldo fiables para mantener la continuidad operativa en la infraestura crítica, incluidas las instituciones educativas que realizan actividades practices con alta dependencia energética, como el taller de electromecánica

de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí.

Los generadores modernos tienen sistemas que arrancan y controlan todo de manera automática. Entonces, si se va la luz, el generador se enciende rápido y cambia la energía de la red principal al respaldo casi de inmediato. Esto ayuda a que las interrupciones seas muy cortas.

Estos dispositivos están siempre revisando la red principal. Cuando hay un problema, activan el generador y, cuando la electricidad vuelve, reconectan todo sin que haya que hacer nada manualmente. Estos sistemas también cuentan con protecciones para así evitar sobrecargas de cortocircuitos y otros problemas técnicos que puedan poner en riesgo tanto a los equipos como a las personas. Funcionan monitoreando de manera constante la red principal y, cuando detectan una falla, activan el generador automáticamente, volviendo a la red normal cuando el servicio se restablece. Para que el sistema sea seguro y eficiente, es clave calcular bien la capacidad del generador. No solo se debe considerar la potencia máxima de las cargas críticas, sino también aspectos como el factor de potencia, el arranque de los motores y el posible aumento de la demanda en el futuro (Baculima, 2012). En la práctica, estos generadores deben ajustarse a las normas eléctricas y ambientales, de modo que su instalación sea segura y con el menor impacto posible en el medio ambiente. Además, necesitan mantenimiento regular, para que estén disponibles cuando haya una emergencia. Otra cosa importante es capacitar al personal, para que sepa cómo operar y hacer ajustes al equipo cuando sea necesario.

El sobredimensionamiento genera costos innecesarios, mientras que un sistema infra dimensionado puede fallar bajo alta demanda, comprometiendo el rendimiento del respaldo. En términos de operación, el respaldo

A nivel global y nacional, la tendencia avanza hacia integraciones híbridas que combinan grupos electrógenos con sistemas de baterías y fuentes renovables, como paneles solares, buscando mejorar la eficiencia energética y reducir emisiones contaminantes (Morocho Ushca, 2022). Estas configuraciones ayudan a aprovechar mejor el sistema de respaldo eléctrico, ya que alargan su autonomía y permiten reducir los costos de operación.

Es importante que los generadores cumplan con las normas eléctricas y ambientales, porque de esa manera la instalación resulta más segura y con menor impacto en el medio ambiente. También requieren un mantenimiento constante, ya que de nada servirían en una emergencia si no llegan a funcionar. Además, el personal debe estar preparado para operarlos y realizar los ajustes necesarios cuando sea requerido.

En las universidades o talleres, tener un sistema de respaldo ayuda mucho. Por ejemplo, si se va la luz en medio de una práctica, los equipos no se dañan y los estudiantes pueden seguir trabajando. Ahí se ve que el aprendizaje no se interrumpe y se mantiene de buena calidad (Orellana & Facultad, 2024).

Hoy en día, en Ecuador y en otros países, se usan cada vez más sistemas híbridos. Es decir, combinan generadores con baterías y con energía renovable, como paneles solares. Entonces, esto ayuda a ahorrar energía, mejora la eficiencia y también reduce la contaminación (Morocho Ushca, 2022). Estas configuraciones ayudan a optimizar el uso de la energía de respaldo, extendiendo la autonomía y reduciendo los costos operativos.

### **Fundamentación Teórica sobre Sistema de Transferencia Automática en Grupos Electrógenos**

La electricidad es muy importante para que las instalaciones críticas funcionen correctamente. Cuando se producen cortes en la red principal, es necesario pasar rápido a un generador para que el servicio no se interrumpa. Para esto se utilizan los sistemas de transferencia automática, también llamados STA o ATS (Heitmann, 2025).

El tablero de transferencia automática está siempre supervisando la energía de la red mediante sensores y relés de protección. Si detecta un corte, envía la señal para arrancar el generador y, cuando la energía del generador se estabiliza, cambia la carga hacia este. Así, los equipos críticos siguen funcionando sin interrupciones (Heitmann, 2025).

El cambio se realiza en segundos. El sistema tiene interruptores o contactores que abren y cierran los circuitos, dispositivos electrónicos para control y monitoreo, y mecanismos de retardo que evitan que la transferencia se active por variaciones breves de corriente (Eaton, 2025).

Hay dos tipos importantes de transferencia automatizada: la transferencia abierta (Break-Before-Make) y la transferencia cerrada (Make-Before-Break). Miren, cuando se usa la transferencia abierta, primero se apaga la luz principal y luego se conecta la de respaldo, así que hay un pequeño corte. En cambio, con la cerrada, las dos se conectan despacito al mismo tiempo y casi no se nota el corte (Eaton, 2025). La verdad es que escoger uno u otro depende de lo que necesite la instalación y de qué tan importante sea que nada se detenga. El sistema STA también revisa algunos valores de electricidad para que no se dañen los equipos. Hoy en día, hasta se puede ver todo desde la computadora o un software, lo que hace que manejarlo y cuidarlo sea mucho más fácil (Paredes & Naranjo, 2024).

Es importante que estos sistemas funcionen bien incluso cuando las cosas se complican, porque si fallan justo cuando más se necesitan, no sirven de nada. Esto es clave en hospitales, universidades, fábricas o centros de datos, donde un corte puede causar problemas grandes o hasta peligro para las personas (Energía CR, 2025).

En la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, en el galpón de electromecánica, usar un sistema automático con generador de respaldo hace que las clases y prácticas sigan aunque haya fallas de luz. Así se cuidan los

equipos, se protege la información y se cumplen los horarios de clases sin tanto problema (Orellana & Facultad, 2024).

Finalmente, la eficiencia energética también se ve beneficiada, ya que el generador solo funciona cuando es estrictamente necesario, y el sistema permite una respuesta ágil y controlada que optimiza el consumo y reduce costos operativos.

## **2.2. ANTECEDENTES**

La Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí (ULEAM) es una institución pública de educación superior que está en la provincia de Manabí, Ecuador, y su sede principal queda en la ciudad de Manta. Fue creada oficialmente mediante la Ley n.º 10, publicada en el Registro Oficial n.º 313 el 13 de noviembre de 1985, pero su idea surgió desde finales de los años 60 gracias a un grupo de manabitas que querían un centro de educación superior en la zona (EcuRed, 2017).

El proyecto empezó en 1967 como una extensión de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, y en 1981 se consolidó con la compra de terrenos para construir la ciudadela universitaria. Un líder importante en este proceso fue el Dr.

Medardo Mora Solórzano, quien, con su trabajo en el ámbito académico y parlamentario, hizo que la universidad tuviera autonomía (ULEAM, 2020). Hoy en día, la ULEAM tiene más de 21,000 estudiantes activos, ofrece muchas carreras técnicas, licenciaturas y posgrados, y cuenta con buena infraestructura física y tecnológica.

Para este proyecto en particular, interesa la Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, Educación Virtual y Otras Modalidades, donde se dicta la carrera de Tecnología Superior en Ingeniería Electromecánica. Esta unidad tiene espacios como el taller electromecánico, que está preparado para que los estudiantes realicen sus prácticas. Este taller necesita electricidad confiable para funcionar bien, pero debido a problemas del sistema eléctrico nacional, a veces la universidad tiene interrupciones que afectan las clases y las actividades prácticas. Además de su labor académica, la universidad también se enfoca en



investigación aplicada, desarrollo regional y fortalecimiento cultural, siendo un actor importante en el crecimiento social y productivo de Manabí. La necesidad de modernizar y asegurar su infraestructura eléctrica constituye un pilar fundamental para la calidad educativa y operativa.

### **Datos de lo que se había hecho hasta antes de ejecutar el proyecto planteado con relación al título**

Antes de contar con un sistema de respaldo eléctrico mediante generadores en el edificio de electromecánica, la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí dependía completamente de la red eléctrica tradicional, sin ningún respaldo en esta área. Los departamentos académicos, incluidos laboratorios y talleres, dependían solo de la electricidad de la red nacional, lo que a veces causaba cortes inesperados y afectaba tanto las prácticas como el uso de los equipos (Orellana & Facultad, 2024).

A nivel institucional, si bien se habían realizado mejoras parciales en otras zonas de la universidad, tales como la incorporación de sistemas UPS para pequeños equipos electrónicos en oficinas administrativas, no existía hasta ese momento una solución integral para brindar respaldo energético en espacios con alta demanda eléctrica y maquinaria pesada, donde los cortes de energía pueden causar mayores pérdidas y riesgos (Morocho Ushca, 2022).

En cuanto a proyectos relacionados con respaldo eléctrico, algunas investigaciones y trabajos en otras universidades ecuatorianas han explorado la instalación de sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI) y sistemas fotovoltaicos como fuente complementaria para asegurar energía continua, pero estos generalmente se orientaban a cargas electrónicas o iluminación, no a maquinaria industrial o talleres técnicos (Mantilla-Guerra & Herrera-Muentes, 2022; Guevara Peralta, 2016).

Los problemas del suministro eléctrico en el país, como los picos de alta demanda y la debilidad de las centrales hidroeléctricas, sobre todo en época de sequías, han hecho necesario instalar generadores temporales en las zonas

críticas. Sin embargo, estas soluciones de emergencia muchas veces no tenían integración automática adecuada, ni un monitoreo correcto, y tampoco estaban dimensionadas de manera óptima para garantizar que fueran sostenibles y eficientes (CENACE, 2025; Paredes & Naranjo, 2024).

Por tanto, la implantación en la ULEAM de un sistema de backup eléctrico a través de generadores con transferencia automática representa una innovación institucional enfocada a cubrir una necesidad real y permitir la continuidad académica y operativa con altos estándares de seguridad y eficiencia energética. Este proyecto consolidó la infraestructura y abrió camino a futuras modernizaciones energéticas en la universidad.

## **2.3. TRABAJOS RELACIONADOS**

En otros continentes, el desarrollo e implementación de sistemas de respaldo eléctrico ha sido objeto de proyectos e investigaciones para garantizar la continuidad del suministro eléctrico en diversos sectores. Por ejemplo, en Europa, se han desarrollado sistemas de backup basados en integración híbrida de generadores diésel y sistemas de almacenamiento en baterías para edificios públicos y hospitales con altos requerimientos energéticos (González, 2020). Pues, en varios proyectos se ha visto que, al combinar distintas tecnologías, la energía llega cuando se necesita, y además se pueden reducir costos y cumplir con las normas ambientales. Muchos de estos sistemas incluyen, por ejemplo, transferencia automática y monitoreo remoto, así que todo funciona sin interrupciones. En Europa, por ejemplo, también se usa software de mantenimiento predictivo, que hace que los sistemas de respaldo sean más confiables.

En Latinoamérica hay varios casos interesantes. Por ejemplo, en Colombia, la Universidad Nacional combinó generadores con paneles solares y baterías. Y en México, varias universidades públicas instalaron sistemas de transferencia automática con generadores, así que los centros de datos y edificios

administrativos no se quedan sin luz (López et al., 2019). Todo esto muestra que hay un interés creciente en usar tecnologías limpias y eficientes, adaptándose a las condiciones de cada país.

Aquí en Ecuador también se han hecho proyectos de respaldo, aunque en situaciones distintas a Manabí. Por ejemplo, la Universidad Nacional de Loja instaló un sistema de respaldo solar en sus laboratorios de ingeniería, con el objetivo de asegurar la energía y mejorar la sostenibilidad en ciertas áreas (Estrella & Vásquez, 2021). Y en Cuenca, la Universidad Politécnica Salesiana implementó una planta híbrida que combina energía solar con generadores de respaldo, así que se mantiene el suministro continuo incluso en lugares con alta demanda (Guevara, 2020). Aunque estas iniciativas tienen características similares, no cubren las necesidades energéticas particulares ni el entorno del taller electromecánico en Manabí, lo que pone en evidencia la relevancia del proyecto que se está desarrollando en la región.

En relación con Manabí y sus cantones, una revisión de la literatura y los repositorios universitarios muestra que no existen proyectos específicos relacionados con sistemas de respaldo eléctrico mediante generadores enfocados en la capacitación técnica en electromecánica dentro de la provincia, ni en otros cantones además de Manta. Pues, la mayor parte del trabajo que se ha hecho en la ULEAM y en otras instituciones locales se ha enfocado en energías renovables con fines didácticos o en mejoras generales de infraestructura, pero casi nadie ha trabajado en respaldo energético para talleres prácticos o galpones técnicos (Mascheck, 2023).

De lo que revisé, me quedó claro que los sistemas híbridos y los diseños hechos a la medida de cada institución funcionan muy bien para que la energía no falle. Por ejemplo, en Europa suelen usar tecnologías avanzadas como la transferencia automática y el almacenamiento en baterías, lo que hace todo más confiable. En América Latina, en cambio, se ha dado prioridad a soluciones híbridas que combinan generadores con energía solar, porque ayudan a

equilibrar costos, cuidar el medio ambiente y tener autonomía en la operación. En Ecuador, hay proyectos interesantes en Loja y Cuenca que muestran que estas ideas son viables, aunque las necesidades energéticas allí son distintas a las de los talleres de electromecánica en Manabí.

Por eso, se está proponiendo un sistema específico para el taller de electromecánica de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" en Manabí, campus Tosagua. Este sistema toma lo mejor de los modelos que ya existen, pero lo adapta a la escala y a las necesidades particulares del lugar. El sistema estaría basado en:

1. Un generador diésel dimensionado según las cargas críticas del galpón, asegurando respaldo inmediato durante cortes eléctricos.
2. Un esquema de transferencia automática básico, adecuado a la infraestructura local, que permita conmutar rápidamente entre la red principal y el generador sin intervención manual.
3. Una proyección futura para incorporar almacenamiento en baterías o módulos fotovoltaicos, siguiendo el enfoque híbrido utilizado en Colombia y Cuenca, a fin de avanzar progresivamente hacia la sostenibilidad.

## **CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

En este capítulo se describen detalladamente todos los elementos relacionados con el diseño, desarrollo e implementación del sistema de backup eléctrico mediante generadores con transferencia automática para el galpón de electromecánica de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí. La estructura responde a los objetivos específicos planteados y comprende los análisis, diseños, diagramas, cálculos técnicos, presupuesto estimado y procesos de instalación y pruebas, demostrando la factibilidad y calidad de la propuesta.

### **3.1 Diagnóstico y análisis de la demanda eléctrica**

Para dimensionar correctamente el sistema backup se realizó un estudio exhaustivo de la demanda eléctrica del galpón de electromecánica. Este análisis comprendió la identificación de equipos eléctricos y maquinaria activa, sus potencias nominales y perfiles de consumo, así como mediciones directas en campo durante horarios pico y baja actividad. Se utilizó un medidor digital con registro continuo para determinar consumos instantáneos y promedios diarios.

Se hizo un inventario detallado donde se listó la potencia en vatios de motores, herramientas eléctricas, iluminación, sistemas auxiliares y cargas electrónicas. También se revisaron las características técnicas de la red eléctrica interna, como el tipo de fuente de alimentación, la capacidad del transformador, diagramas unifilares y las protecciones que ya existen. Se calculó la demanda máxima simultánea para saber bien cuánta energía se necesita realmente en el sistema de respaldo. Gracias a ese análisis, pudimos identificar qué cargas son las más importantes para que las operaciones sigan funcionando en caso de cortes de energía, y por eso se les dio prioridad en el diseño del sistema. Esto ayuda a que el sistema sea eficiente, tanto en costos como en funcionamiento.

Con toda esa información, se propuso usar un generador diésel trifásico de 100 kVA, que tendrá una cabina insonorizada y un sistema de arranque automático, ideal para cubrir las cargas críticas del taller electromecánico. Se decidió esta capacidad después de calcular la demanda máxima y añadir un margen de reserva del 20%.

El sistema contará con un interruptor de transferencia automática, conocido como ATS, que permite cambiar entre la red eléctrica y el generador sin que nadie tenga que intervenir. Así, en cuanto hay un corte de suministro, el ATS detecta la falla, arranca el generador y transfiere la carga de manera automática para que no haya interrupciones.

El generador se va a instalar en un lugar que esté bien ventilado, que sea seguro y tenga una base que ayude a reducir las vibraciones, además de una buena conexión a tierra. Así, los equipos más importantes seguirán funcionando durante los cortes de luz, algo que es clave para que las clases y las prácticas no se detengan.

A partir de los datos que se recogieron, el diseño del sistema de respaldo se hizo pensando en generadores capaces de manejar toda la potencia que requieren las cargas críticas. Se seleccionaron generadores diésel trifásicos con una capacidad un 25% mayor a la demanda calculada para cubrir picos de arranque y posibles expansiones a futuro.

Además, el sistema de transferencia automática está diseñado para poder cambiar sin problema entre la red pública y el generador, usando interruptores ATS. También incluye controladores lógicos programables (PLCs) que monitorean todo el tiempo el voltaje y la frecuencia. Si detectan alguna falla, activan el generador de forma automática.

Los elementos de protección contemplan relés térmicos, disyuntores automáticos y dispositivos de protección contra sobrevoltaje, descargas atmosféricas y cortocircuito, para garantizar la seguridad de usuarios y equipos. Se desarrollaron diagramas unifilares y planos de instalación conforme a normativas nacionales e internacionales aplicables.

### **3.2 Informe técnico de materiales y desglose presupuestario**

Se elaboró una lista de materiales con especificaciones técnicas y cantidades requeridas: generadores, tableros ATS, cableados, protecciones, sensores y equipos auxiliares. Para cada componente se cotizó su costo en el mercado local considerando calidad y garantía.

El presupuesto total estimado incluye equipos, insumos, mano de obra especializada, transporte e imprevistos. Se previó un fondo adicional del 10% para ajustes en campo. La relación costo-beneficio fue evaluada con base en la reducción esperada de pérdidas por cortes y mejora en la calidad educativa y operativa.

### **3.1. OBJETIVO 1**

Se aplicaron observación directa, mediciones con medidor digital, entrevistas al personal, análisis de diagramas unifilares y elaboración de inventario de cargas, para diagnosticar consumos reales, priorizar cargas críticas y establecer necesidades de respaldo.

### **3.2. OBJETIVO 2**

Se emplearon cálculos de demanda máxima, dimensionamiento con factor de simultaneidad, análisis técnico-económico, estudio de alternativas tecnológicas y diseño de diagrama unifilar para definir el generador y la transferencia automática adecuados.

### **3.3. OBJETIVO 3**

Se utilizó la instalación técnica con normas de seguridad, conexión al tablero eléctrico, realización de pruebas funcionales de arranque y transferencia, junto con capacitación práctica al personal para garantizar el uso y mantenimiento del sistema.

## **CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1. CONCLUSIONES**

Se recomienda mantener actualizado el inventario de cargas y realizar mediciones periódicas de consumo eléctrico en el galpón, utilizando equipos digitales. Esto permitirá detectar variaciones en la demanda y ajustar oportunamente el sistema de respaldo ante posibles ampliaciones o cambios operativos.

Es recomendable tener en cuenta posibles aumentos en la demanda de energía cuando se diseñe o actualice el sistema de respaldo. También es fundamental elegir generadores que sean eficientes, que regulen automáticamente el voltaje y que funcionen con poco ruido, para garantizar un buen rendimiento, una larga vida útil y un impacto ambiental menor.

Es fundamental establecer un plan de mantenimiento preventivo del generador y del ATS, con cronogramas definidos. También se recomienda realizar simulacros de funcionamiento y reforzar la capacitación del personal periódicamente para garantizar el uso correcto y seguro del sistema.



## **4.2. RECOMENDACIONES**

Hay que hacer mantenimiento preventivo al sistema de respaldo eléctrico de forma constante. Esto significa revisar visualmente que todo esté en buen estado, hacer pruebas para asegurarse de que el aislamiento funciona bien, verificar que las protecciones eléctricas estén activas y limpiar los componentes. Así se va evitar que el equipo falle y se alarga su vida útil.

Capacitar constantemente al personal técnico y operativo en el manejo adecuado del sistema, identificación de fallas y acciones correctivas para evitar errores que puedan afectar la operatividad o seguridad del sistema.

Además, es de suma importancia contar con presupuesto para poder comprar repuestos, actualizar dicha tecnología y reparar rápidamente cuando algo se rompa. También es buena idea usar sistemas de monitoreo remoto, para vigilar el sistema en tiempo real y detectar problemas antes de que sean graves.

Documentar y evaluar periódicamente el desempeño del sistema implementado para introducir mejoras continuas, facilitar futuras ampliaciones y adaptaciones tecnológicas que respondan a las necesidades emergentes.

## BIBLIOGRAFÍA

- Baculima Soria, D. A. (2012). Diseño de un sistema de monitoreo y alarma para el sistema de respaldo eléctrico de la empresa Puntonet en la ciudad de Cuenca ([Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]). Repositorio UPS. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1922>
- Castrillón Núñez, L. M., & Chanamé Díaz, J. D. (2012). Diseño de un sistema eléctrico de respaldo para la Universidad Señor de Sipán, Pimentel. Repositorio USSL. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/428>
- González, M., & Schmidt, J. (2020). Sistemas híbridos de respaldo energético en edificaciones públicas. *Revista de Energías Renovables*, 15(3), 45-58.
- Guevara Peralta, C. A. (2016). Diseño e implementación de un sistema de respaldo fotovoltaico con posicionamiento (Tesis de grado). Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13152/1/UPS-GT001724.pdf>
- López Zambrano, M. V., & Valencia Párraga, R. J. (2016). Diseño de una solución de repotenciación eléctrica de la parroquia Bachillero del Cantón Tosagua (Tesis de pregrado). Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/1685>
- Martínez Ribón, J. G. T. (2018). Sistemas de protección y respaldo de energía para laboratorios críticos (Tesis). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/2832/1/90469.pdf>
- Morocho Ushca, X. B. (2022). Estudio de mejoramiento del sistema de respaldo de energía eléctrica AC con tecnología UPS ONLINE en Facultad de Educación Técnica (Tesis de grado). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/19174>
- Orellana, M., & Facultad de Ingeniería. (2024). Análisis y diseño de sistemas de respaldo eléctrico para laboratorios de electromecánica. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (Manuscrito).

- Paredes Jaramillo, S. U. B. N., & Naranjo, K. A. (2024). Desarrollo e implementación de un sistema de transferencia automático para respaldo energético. Universidad Politécnica Salesiana. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27494>
- Rodríguez Toala, B. (2019). Diseño y evaluación de un sistema de iluminación fotovoltaico de respaldo para una zona rural (Tesis). Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- Vega, M. (2019). Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para el laboratorio de ingeniería mecánica (Tesis). Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo.
- Wikipedia. (2015). Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Recuperado de [https://es.wikipedia.org/wiki/Universidad\\_Laica\\_Eloy\\_Alfaro\\_de\\_Manab%C3%AD](https://es.wikipedia.org/wiki/Universidad_Laica_Eloy_Alfaro_de_Manab%C3%AD)
- EcuRed. (2017). Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (Ecuador). [https://www.ecured.cu/Universidad\\_Laica\\_Eloy\\_Alfaro\\_de\\_Manab%C3%AD\\_\(Ecuador\)](https://www.ecured.cu/Universidad_Laica_Eloy_Alfaro_de_Manab%C3%AD_(Ecuador))
- National Fire Protection Association. (2006). NFPA 70B-2006: Recommended Practice for Electrical Equipment Maintenance. NFPA.
- Energy CR. (2025). Transferencia automática para generadores eléctricos: fundamentos y aplicaciones. <https://enertekcr.com/blog/transferencia-automatica-para-generadores>

## ANEXOS



*Ilustración 1.- Generador Eléctrico*



*Ilustración 2.- Verificación Generador Eléct*



*Ilustración 3.- Verificación para conexiones Eléctrica*