



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

Título:

Diseño e implementación de un banco didáctico de energía solar fotovoltaica para prácticas de medición y análisis eléctrico

Autores:

Johan Ariel Taco Loor
Diego Absalon Holguin Gavilanes

Tutor

Ing. Jonathan Jiménez Gonzáles MSc

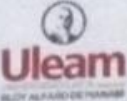
Unidad Académica:

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

Carrera:

Tecnología Superior en Electromecánica.

El Carmen, Febrero de 2026.

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-05-IT-001-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE LAS CARRERAS TÉCNICAS Y TECNOLÓGICAS	VERSIÓN: 3
		Página 9 de 14

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

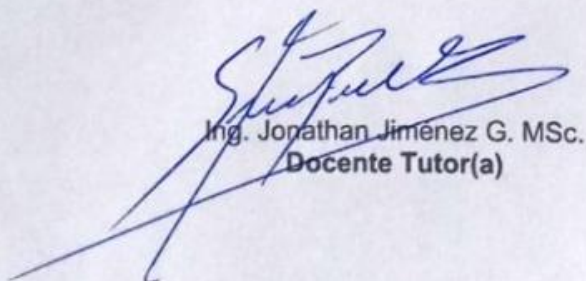
Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Titulación bajo la autoría del estudiante a Holguín Gavilanes Diego Absalón, legalmente matriculado/a en la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica, período académico 2025-2, cumpliendo el total de 144 horas, cuyo tema del proyecto es "Diseño e implementación de fotovoltaica para prácticas de medición y análisis eléctrico".

El presente trabajo de titulación ha sido desarrollado en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Lugar, El Carmen, 30 de enero de 2026.

Lo certifico,



Ing. Jonathan Jiménez G. MSc.
Docente Tutor(a)

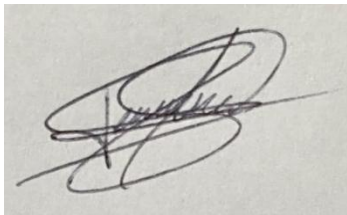
DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Que suscriben la presente:

Johan Ariel Taco Loor, Diego Absalon Holguin Gavilanes

Estudiantes de la Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica, declaramos bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: **“¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.”**, 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.

El Carmen, Febrero de 2026.



Johan Ariel Taco Loor

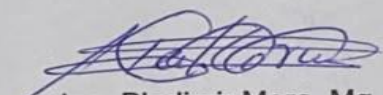


Diego Absalon Holguin Gavilanes



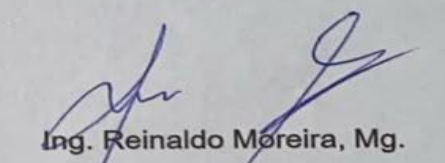
Los Miembros del Tribunal Examinador Aprueben el Trabajo de Titulación con Modalidad Proyecto Integrador, titulado: Diseño e implementación de un banco didáctico de energía solar fotovoltaica para prácticas de medición y análisis eléctrico en la Carrera de Electromecánica en la Uleam Extensión el Carmen" de su(s) autor(es): Diego Absalón Holguin Gavilanes, Johan Ariel Taco Loo de la Carrera **"Tecnología Superior en Electromecánica"**, y como Tutor(a) del Trabajo el/la Ing. Jonathan Jiménez, Mg.

El Carmen, agosto de 2026

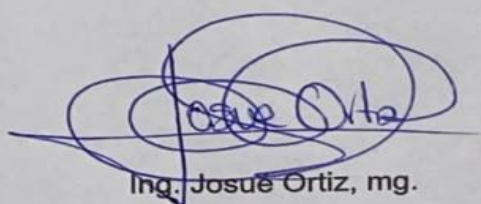


Ing. Bladimir Mora, Mg.

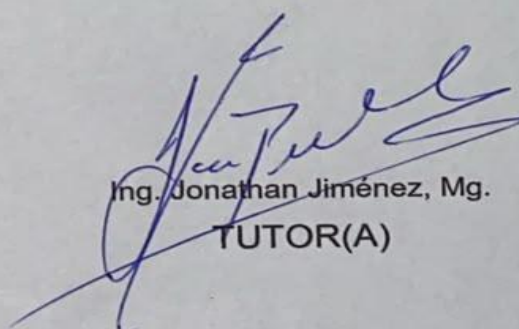
Primer miembro tribunal



Ing. Reinaldo Moreira, Mg.
Segundo miembro tribunal



Ing. Josué Ortiz, mg.
Tercer miembro tribunal



Ing. Jonathan Jiménez, Mg.
TUTOR(A)

AGRADECIMIENTO

Agradecemos profundamente a nuestras familias, quienes han sido nuestro mayor apoyo durante todo este proceso académico. Gracias por la paciencia, el ánimo constante y la confianza depositada en nosotros, incluso en los momentos de cansancio y dificultad. Su respaldo fue clave para no rendirnos y seguir adelante hasta alcanzar este objetivo.

Extendemos también nuestro agradecimiento a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, por brindarnos la oportunidad de formarnos profesionalmente y por proporcionarnos los conocimientos, herramientas y espacios necesarios para el desarrollo de este proyecto. Asimismo, reconocemos el compromiso y la dedicación de los docentes de la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica, quienes aportaron con su experiencia y enseñanzas a nuestra formación.

De manera especial, agradecemos a nuestro tutor, Ing. Jonathan Jiménez Gonzáles, Msc, por su guía constante, su disposición para orientarnos y sus valiosos aportes técnicos, los cuales fueron fundamentales para culminar este trabajo de manera satisfactoria.

Johan Ariel Taco Loor, Diego Absalon Holguin Gavilanes

DEDICATORIA

Dedicamos este proyecto, con profundo cariño y gratitud, a nuestras familias, quienes han sido el pilar fundamental durante todo nuestro proceso de formación académica. Gracias por su apoyo incondicional, por la paciencia demostrada en los momentos de cansancio y dificultad, y por la comprensión brindada a lo largo de este camino lleno de retos y aprendizajes. Su confianza en nuestras capacidades fue un impulso constante para no rendirnos y seguir adelante cuando las exigencias académicas parecían difíciles de superar.

A nuestras familias les agradecemos cada palabra de aliento, cada consejo oportuno y cada sacrificio realizado para que podamos cumplir este objetivo. Su presencia y respaldo fueron esenciales para mantener la motivación, el compromiso y la perseverancia necesarios para culminar con éxito esta etapa de nuestra vida. Este trabajo no solo representa un logro académico, sino también el reflejo del esfuerzo compartido y del acompañamiento permanente que nos brindaron.

Esta dedicatoria es un reconocimiento sincero al amor, apoyo y fortaleza que nos transmitieron en cada paso del camino, y a quienes dedicamos este logro con orgullo y gratitud.

Johan Ariel Taco Loor, Diego Absalon Holguin Gavilanes

RESUMEN

En la formación técnica en el área de la electromecánica, uno de los principales problemas identificados es la limitada disponibilidad de equipos didácticos que permitan a los estudiantes realizar prácticas reales de medición y análisis eléctrico en sistemas de energía solar fotovoltaica. Esta situación dificulta la comprensión práctica de los conceptos teóricos y el desarrollo de competencias técnicas esenciales. Ante esta problemática, el objetivo general del presente proyecto fue diseñar e implementar un banco didáctico de energía solar fotovoltaica para prácticas de medición y análisis eléctrico.

La metodología aplicada incluyó una revisión bibliográfica, el diseño del sistema fotovoltaico, la selección de componentes, el montaje del banco didáctico y la realización de pruebas de funcionamiento. Como resultados, se obtuvo un banco didáctico funcional que permite medir variables eléctricas como voltaje, corriente y potencia, facilitando el aprendizaje práctico en un entorno seguro y controlado.

Se concluye que el banco didáctico implementado cumple con su finalidad educativa, fortaleciendo el proceso de enseñanza–aprendizaje y contribuyendo al desarrollo de habilidades técnicas en los estudiantes de la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica.

PALABRAS CLAVE

Energía solar fotovoltaica, banco didáctico, medición eléctrica, análisis eléctrico, electromecánica

ABSTRACT

In technical education related to electromechanics, one of the main problems identified is the limited availability of didactic equipment that allows students to carry out real practices of measurement and electrical analysis in photovoltaic solar energy systems. This situation makes it difficult to apply theoretical knowledge and to develop essential technical skills. In response to this problem, the general objective of this project was to design and implement a photovoltaic solar energy didactic bench for measurement and electrical analysis practices.

The methodology included a bibliographic review, system design, selection of components, assembly of the didactic bench, and functional testing. As a result, a fully operational didactic bench was obtained, enabling the measurement of electrical variables such as voltage, current, and power in a safe and controlled environment. This practical tool supports hands-on learning and improves students' understanding of photovoltaic systems.

It is concluded that the implemented didactic bench effectively fulfills its educational purpose, strengthening the teaching–learning process and contributing to the development of technical skills in students of the Higher Technology in Electromechanics program.

KEYWORDS

Photovoltaic solar energy, didactic bench, electrical measurement, electrical analysis, electromechanics

ÍNDICE

CERTIFICACION DEL TUTOR	¡Error! Marcador no definido.
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN¡Error! Marcador no definido.	
AGRADECIMIENTO	II
DEDICATORIA	V
RESUMEN	VI
PALABRAS CLAVE	VI
ABSTRACT	VII
KEYWORDS	VII
ÍNDICE	VIII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
ÍNDICE DE TABLAS	IX
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. PROBLEMA	2
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.4. METODOLOGÍA	3
1.4.1. Procedimiento	3
1.4.2. Técnicas	4
1.4.3. Métodos	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	5
2.1. DEFINICIONES	5
2.2. ANTECEDENTES	8
2.3. TRABAJOS RELACIONADOS	12
3.1. DESARROLLO	14
3.1.1. Descripción de la propuesta	15
3.1.2. Etapas	16
3.1.3. Presupuesto	17
3.2. RESULTADOS	18

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	25
4.1. CONCLUSIONES	25
4.2. RECOMENDACIONES	26
BIBLIOGRAFÍA	27
ANEXOS	29

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Diagrama de conexiones	19
Ilustración 2. Materiales del proyecto	20
Ilustración 3. Valores de catálogo por equipo	21
Ilustración 4. Comportamiento lineal del voltaje medido	22
Ilustración 5. Comportamiento lineal de corriente medida	23
Ilustración 6. Valores de voltajes medidos	24
Ilustración 7. Funcionamiento del proyecto	24

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Precios de materiales	17
Tabla 2. Valores de catálogos de los equipos	20
Tabla 3. Valores medidos de los equipos	22

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Los paneles solares fotovoltaicos se han convertido en una tecnología clave dentro de las energías renovables, ya que permiten transformar la radiación solar en energía eléctrica de forma eficiente y sostenible. Su desarrollo en los últimos años ha permitido mejorar el rendimiento de los módulos, reducir costos y ampliar su uso tanto en viviendas como en instalaciones industriales. Gracias a estos avances, la energía solar representa una alternativa confiable frente a las fuentes tradicionales y contribuye a la reducción del impacto ambiental (Luis Angel Iturralde Carrera, 2025).

El inversor, se encarga de convertir la corriente continua (CC) que llega de los paneles solares a corriente alterna (CA), ya que de esta forma es por la cual la mayoría de elementos y redes de consumo funcionan. Gracias a esto, el inversor hace que la energía que es captada del sol pueda integrarse de manera segura a las instalaciones aisladas y redes eléctricas (Houda Brahmi, 2021).

Un proyecto desarrollado en la Universidad Politécnica Salesiana tuvo como objetivo implementar un sistema fotovoltaico domiciliario en una comuna llamada "MASA 2", al sur de Guayaquil, este proyecto tuvo la finalidad de promover energía sustentable, y así poder evitar el uso de generadores de combustión. Esta iniciativa surgió por la necesidad que tenían los moradores de aquella zona, que carecen de posibilidades de acceso a electricidad y a otros recursos básicos (Martinez Velastegui, 2023).

Un banco didáctico de energía solar fotovoltaica es muy eficiente a la hora de que los estudiantes puedan realizar sus prácticas de medición y análisis eléctrico en un ambiente seguro y controlado, así facilitando el aprendizaje de las instalaciones fotovoltaicas para distintas aplicaciones. Su implementación es importante para formar profesionales en el diseño de estos sistemas, ya que a su vez promueve el avance de la energía solar con fuente de energía sostenible (Vélez Gallego y otros, 2012).

Este tema tiene una gran relación con la carrera de Electromecánica, ya que contiene las selecciones de medición, instalación, análisis de los componentes eléctricos del sistema. También a las horas del diseño del sistema, por medio de

simuladores donde se pueden observar los posibles fallos que puede tener el sistema, así como la eficiencia del mismo sistema (Cuenca Loaiza, 2013).

1.1. PROBLEMA

En el ámbito de la educación técnica orientada a los sistemas de energía solar fotovoltaica, existe una limitación significativa relacionada con la falta de equipos e implementos didácticos que permitan a los estudiantes desarrollar prácticas reales de medición y análisis eléctrico. Si bien los centros educativos cuentan con contenidos teóricos sobre generación solar, muchos de ellos carecen de material físico y módulos experimentales adecuados para que los estudiantes puedan aplicar los conocimientos adquiridos en aula. Esta situación provoca que aspectos fundamentales de la energía fotovoltaica —como la variabilidad de la radiación solar, el comportamiento de las curvas de potencia, la eficiencia de los paneles y el funcionamiento de equipos complementarios— no puedan ser estudiados de forma práctica ni experimental. En consecuencia, la ausencia de herramientas formativas reales dificulta el desarrollo de competencias técnicas, reduce la comprensión de conceptos esenciales y limita la preparación profesional de los estudiantes frente a las necesidades actuales del sector energético.

1.2. JUSTIFICACIÓN

En el ámbito académico, la enseñanza relacionada con los sistemas de energía solar fotovoltaica presenta limitaciones significativas, debido a que gran parte de las instituciones educativas priorizan el contenido teórico sobre la práctica aplicada. Esta situación dificulta que los estudiantes desarrollen habilidades técnicas y operativas necesarias para enfrentarse a escenarios reales, lo cual afecta su capacidad de desenvolverse de manera efectiva en el entorno laboral una vez finalizada su formación.

Desde la perspectiva tecnológica, la falta de implementos y equipos didácticos especializados impide que los estudiantes se familiaricen con los componentes, conexiones y procedimientos propios de un sistema fotovoltaico. La práctica es esencial para comprender aspectos como la interacción entre los elementos del sistema, el flujo energético, las condiciones variables de operación y el análisis

de eficiencia. Al carecer de estos recursos, se limita el aprendizaje significativo y la formación de competencias profesionales clave para el sector energético.

El proyecto integrador responde a esta necesidad educativa y tecnológica, proponiendo una solución orientada a fortalecer la formación práctica de los estudiantes. La creación de este banco didáctico permitirá realizar prácticas reales, fomentar el pensamiento crítico, mejorar la capacidad de análisis técnico y promover la autonomía en el manejo de sistemas fotovoltaicos. Además, la iniciativa está alineada con los objetivos globales de transición energética, sostenibilidad e innovación educativa, contribuyendo tanto al desarrollo profesional de los estudiantes como al avance institucional en materia de energías renovables.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Diseñar e implementar de un banco didáctico de energía solar fotovoltaica para prácticas de medición y análisis eléctrico.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diseñar el banco didáctico de energía solar fotovoltaica considerando los elementos principales del sistema.
- Implementar el banco didáctico de energía solar fotovoltaica integrando los componentes y materiales.
- Comprobar la funcionalidad del banco didáctico fotovoltaico mediante ensayos prácticos orientados a la formación técnica de los estudiantes.

1.4. METODOLOGÍA

1.4.1. Procedimiento

Revisión bibliográfica y de normativas: recopilamos información de fuentes técnicas y científicas sobre la energía solar fotovoltaica y practicas educativas en laboratorios eléctricos con bancos didácticos.

Identificación de necesidades educativas y técnicas: se identificaron las necesidades de aprendizaje y los parámetros de medición requeridos para realizar las prácticas.

Diseño del banco didáctico: se establecieron los esquemas eléctricos, la implementación de los componentes (paneles, inversor, controlador de carga, baterías e instrumentos de medición) y las medidas de seguridad correspondientes.

Selección y adquisición de componentes: se eligieron los materiales adecuados en función de criterios de eficiencia, calidad, costo, facilidad de uso didáctico y durabilidad.

Montaje del banco didáctico: se ensambló la estructura, se integraron los componentes siguiendo sus normas de seguridad y conexiones normalizadas.

Pruebas de funcionamiento: se realizaron pruebas eléctricas (corriente, voltaje, potencia y rendimiento del sistema) para verificar su correcto funcionamiento.

1.4.2. Técnicas

Técnica de investigación: La investigación permite recolectar, analizar e interpretar información existente recolectada sobre un método de estudio. Esto se aplicó en la etapa inicial para poder sustentar teóricamente el diseño y funcionamiento de sistemas fotovoltaicos y bancos didácticos.

Técnica de observación directa: indica que la observación directa permite recolectar datos en el lugar donde se va a dar la intervención del objeto de estudio. Se aplicó al analizar los laboratorios de la universidad, con el fin de adaptar el banco didáctico a las necesidades prácticas.

Técnica de medición eléctrica: la medición eléctrica es fundamental en la ingeniería para poder comprobar parámetros de funcionamiento y eficiencia de equipos. Se aplicó en el momento que se procedieron a realizar las pruebas de funcionamiento, a medir voltajes, corriente y potencia del banco didáctico.

1.4.3. Métodos

Método experimental: consiste manejar variables sobre condiciones controladas para poder observar resultados. Se aplicó en la fase de la implementación y pruebas, al comprobar el desempeño óptimo del banco didáctico.

Método de análisis: permite solucionar un problema en partes específicas y luego integrarlas en una solución. Se utilizó en la etapa del diseño, analizando cada componente por separado, para luego integrarlos en sistema completo.

Método inductivo-deductivo: afirma que este método combina la observación de casos particulares (inductivo) con la aplicación de principios generales (deductivo). Se empleó al partir de los ejemplos de bancos didácticos ya existentes, para poder tomar una decisión de una propuesta adaptada a la necesidad universitaria.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIONES

Los paneles solares fotovoltaicos o módulos fotovoltaicos son dispositivos que convierten directamente la radiación solar en energía eléctrica mediante el efecto fotovoltaico. Este efecto se da cuando fotones con energía mayor que la banda prohibida de un semiconductor (por ejemplo, silicio) excitan electrones que, al moverse, generan una corriente eléctrica. En los módulos comerciales, las celdas individuales de semiconductor (normalmente silicio cristalino, monocristalino o policristalino) están conectadas entre sí en serie y/o paralelo para aumentar el voltaje y la corriente de salida (Britannica, 2025).

En los últimos años, los paneles solares fotovoltaicos han experimentado importantes avances tecnológicos que han permitido mejorar notablemente su eficiencia. Actualmente, muchos módulos utilizados en viviendas y comercios logran convertir entre el 20 % y el 25 % de la radiación solar en energía eléctrica, lo que representa un gran progreso frente a modelos anteriores. Este aumento en el rendimiento se debe al desarrollo de nuevas tecnologías, como las células

de heterounión (HJT), TOPCon y de contacto posterior, las cuales reducen las pérdidas de energía y aprovechan mejor la luz solar. Gracias a estas mejoras, es posible generar más electricidad ocupando menos espacio, lo que hace que la energía solar sea cada vez más accesible, eficiente y atractiva para distintos tipos de usuarios (Energy C. , 2025).

En el ámbito de la investigación científica, las células solares han alcanzado niveles de eficiencia mucho más altos que los que se encuentran en los paneles comerciales. El National Renewable Energy Laboratory (NREL), una institución reconocida a nivel internacional, publica y actualiza de manera constante una gráfica donde se recopilan los mejores resultados de eficiencia obtenidos en laboratorio para distintas tecnologías fotovoltaicas. Estos datos, que abarcan desde el silicio cristalino hasta tecnologías avanzadas como las células multijunción, son verificados bajo condiciones controladas y permiten observar la evolución y el potencial real de la energía solar. La información difundida por el NREL es una referencia clave para comprender los avances tecnológicos y las posibilidades futuras de mejora en los sistemas fotovoltaicos. ((NREL), 2024).

En investigaciones de vanguardia en energía solar, los científicos han demostrado que las células fotovoltaicas pueden alcanzar eficiencias que superan ampliamente las de los paneles comerciales. Aunque los paneles que encontramos normalmente en el mercado convierten alrededor del 20 % de la luz solar en electricidad, en laboratorio se han desarrollado células solares multifunción con eficiencias muy superiores. Por ejemplo, investigadores del National Renewable Energy Laboratory (NREL) han fabricado células solares con múltiples capas que alcanzan eficiencias cercanas al 47 % bajo luz solar concentrada, lo que destaca el enorme potencial de estas tecnologías para el futuro de los sistemas fotovoltaicos. ((NREL), EurekAlert! – News Releases, 2020).

En los últimos años, los avances en la tecnología de paneles solares han estado impulsados por mejoras en los materiales y en los procesos de fabricación que permiten que las células conviertan mejor la luz del sol en electricidad.

Tecnologías como TOPCon y Heterounión (HJT) han ganado protagonismo porque optimizan el uso del silicio y reducen las pérdidas internas, lo que se traduce en mayores eficiencias de conversión comparadas con las generaciones anteriores de paneles. Por ejemplo, paneles TOPCon y HJT pueden alcanzar eficiencias superiores al 24 % en aplicaciones reales, gracias a detalles como la mejorado contacto pasivado y mejores características térmicas de los materiales. Además, innovaciones como las células en tándem combinan distintos materiales para capturar más energía del espectro solar, elevando aún más el rendimiento general de los sistemas fotovoltaicos (Reviews, 2025).

En un sistema de energía solar, el inversor fotovoltaico es uno de los componentes más importantes porque permite que la energía que generan los paneles pueda ser usada en la vida cotidiana. Los paneles solares producen electricidad en forma de corriente continua (CC), pero la mayoría de los aparatos eléctricos en hogares e industrias funcionan con corriente alterna (CA). Por eso, el inversor actúa como un “puente” que convierte la electricidad del sol en una forma útil, garantizando que electrodomésticos, equipos electrónicos y sistemas conectados a la red puedan utilizar la energía generada de manera eficiente y segura. Además, muchos inversores modernos optimizan la energía disponible para mejorar el rendimiento general del sistema. (EnergiaRenovable.cat, 2025).

En los sistemas de energía solar existen varios tipos de inversores que se adaptan a diferentes necesidades según cómo esté diseñado el sistema. Por ejemplo, los inversores conectados a red (on-grid) funcionan sincronizados con la red eléctrica pública y permiten que la electricidad producida se utilice de inmediato o se inyecte a la red para obtener beneficios. En contraste, los inversores independientes (off-grid) se usan en instalaciones aisladas donde no hay acceso al sistema eléctrico convencional y normalmente están asociados a bancos de baterías para almacenar energía. Además, los inversores híbridos combinan estas funciones, porque pueden trabajar con baterías y conectarse a la red, ofreciendo flexibilidad y mayor autonomía, lo que los hace cada vez más populares en aplicaciones residenciales y educativas. (Generatuenergia.net, 2025).

Además de la conversión de energía, los inversores modernos incorporan funciones avanzadas como protección contra sobrecargas, monitoreo de parámetros eléctricos en tiempo real, seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT), y sistemas de control digital que incrementan la eficiencia energética del sistema. Según Castillo y Herrera, estas tecnologías permiten incrementar la eficiencia global del proceso de conversión, optimizando el aprovechamiento de la energía solar disponible y asegurando una operación segura y estable del banco didáctico (Wazipoint, 2023).

En el contexto del banco didáctico fotovoltaico, el inversor permite que los estudiantes comprendan la transformación de energía eléctrica, la conexión de cargas reales, la medición de variables eléctricas en CA y el análisis del rendimiento del sistema completo. Su inclusión facilita la experimentación práctica y el entendimiento de procesos fundamentales en sistemas de energía renovable.

2.2. ANTECEDENTES

El presente proyecto se llevó a cabo en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), Extensión El Carmen, institución pública de educación superior que forma parte del sistema universitario ecuatoriano. La ULEAM fue creada en el año 1985, mediante Ley de la República, con el propósito de contribuir al desarrollo científico, tecnológico y social de la provincia de Manabí y del país, consolidándose como una universidad de carácter laico, humanista y comprometida con la formación integral de profesionales competentes y éticamente responsables ((ULEAM), 2020-2025).

La Extensión El Carmen, ubicada en el cantón El Carmen, provincia de Manabí, desempeña un papel fundamental en la descentralización de la educación superior, al ofrecer oportunidades académicas a jóvenes de la zona norte de la provincia y de territorios vecinos como Santo Domingo y Esmeraldas. Su misión se centra en proporcionar una educación técnica y tecnológica de calidad, que responda a las necesidades productivas, energéticas y ambientales de la región,

mediante la aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos orientados al desarrollo sostenible.

En la actualidad, la Extensión cuenta con diversas carreras tecnológicas, entre ellas la Tecnología Superior en Electromecánica, la cual busca formar profesionales capaces de diseñar, operar, mantener y optimizar sistemas eléctricos, mecánicos y de energía renovable. Dentro de su plan curricular, se promueve el aprendizaje basado en la práctica y la experimentación, lo que exige disponer de laboratorios equipados y bancos didácticos funcionales para la realización de actividades de medición, análisis y simulación de procesos industriales.

Sin embargo, a pesar de los avances logrados, se identificó la necesidad de fortalecer el laboratorio de Electromecánica mediante la implementación de un banco didáctico de energía solar fotovoltaica, que permita a los estudiantes realizar prácticas experimentales relacionadas con la generación, conversión y aprovechamiento de la energía solar. Esta herramienta didáctica es fundamental para la comprensión de los principios de funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos, el análisis de sus parámetros eléctricos (corriente, voltaje, potencia y eficiencia), y la evaluación del desempeño bajo diferentes condiciones ambientales.

El desarrollo de este proyecto está estrechamente vinculado con las metas institucionales de la Universidad Laica *Eloy Alfaro* de Manabí (ULEAM), que en su Plan Estratégico 2021–2025 promueve la integración de tecnologías sostenibles y el fortalecimiento de la investigación aplicada como fundamentos clave de la formación académica. Esta orientación hacia la innovación y la sostenibilidad también coincide con los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo 2021–2025, que impulsa la adopción de tecnologías limpias y prácticas educativas pertinentes. Además, la iniciativa contribuye al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en particular el ODS 7 de Energía asequible y no contaminante, que busca asegurar el acceso a

energía sostenible y moderna para todos bajo la Agenda 2030 de las Naciones Unidas (ULEAM, 2021-2025).

La implementación de un banco didáctico para sistemas solares fotovoltaicos en entornos educativos tiene un impacto muy positivo en el aprendizaje de los estudiantes, ya que les permite pasar de la teoría a la práctica y entender de forma directa cómo funcionan los paneles, sus conexiones y el rendimiento de cada componente. Estos equipos han sido diseñados para realizar prácticas de laboratorio que incluyen la medición de voltaje y corriente, la identificación de curvas características y el análisis del rendimiento bajo diversas condiciones, lo que ayuda a fortalecer las capacidades técnicas y científicas de los alumnos. Además, este tipo de banco puede servir como un modelo replicable en otras universidades y centros educativos, promoviendo una formación integral en energías renovables y facilitando la innovación tecnológica dentro de la educación superior. (Edwin Rúa-Ramírez, 2021).

En los últimos años, muchas universidades y centros educativos han avanzado más allá de la enseñanza teórica tradicional sobre energías renovables, incorporando experiencias prácticas que permiten a los estudiantes trabajar directamente con tecnologías reales. Por ejemplo, en programas educativos que incluyen laboratorios y prácticas presenciales con sistemas fotovoltaicos, los estudiantes no solo aprenden los conceptos básicos de generación de energía solar, sino que también diseñan, ensamblan y miden equipos reales, lo que fortalece su comprensión técnica y les ayuda a desarrollar habilidades aplicadas. Este enfoque educativo, que combina teoría y práctica, ha mostrado ser mucho más eficaz para preparar a futuros profesionales capaces de enfrentar desafíos reales en el campo de las energías limpias y sostenibles (CESUMA, 2025).

En varios países, algunas universidades y centros educativos comenzaron a crear espacios básicos para que sus estudiantes pudieran conocer y experimentar con la energía solar fotovoltaica. Aunque estos laboratorios permitían realizar prácticas elementales como entender cómo se genera electricidad a partir del sol o medir algunas variables eléctricas, muchos de ellos

no contaban con equipos completos o modernos, lo que limitaba la experiencia práctica real de los estudiantes. En muchos casos el enfoque principal seguía siendo teórico o basado en simuladores, sin integrar sistemas completos que permitan estudiar el comportamiento real de los paneles, analizar curvas de operación bajo distintas condiciones e interpretar cómo cambian variables como irradiancia y potencia en sistemas reales. Estas limitaciones han impulsado iniciativas más avanzadas que incorporan equipos didácticos completos para mejorar el aprendizaje práctico en energías renovables (Institucional, 2025).

Antes de ejecutar proyectos educativos más avanzados, como el diseño e implementación de bancos didácticos fotovoltaicos, muchas instituciones aprovechaban simuladores computacionales y módulos didácticos comerciales para complementar la enseñanza de la energía solar. Sin embargo, estas herramientas suelen tener limitaciones importantes: muchos simuladores tradicionales no ofrecen una experiencia totalmente práctica porque se enfocan en representaciones 2D o interacciones limitadas, la mayoría son costosos, dependen de tecnologías complejas y no permiten modificaciones flexibles sobre sus componentes eléctricos simulados. Esto puede restringir la capacidad de los estudiantes para experimentar con configuraciones personalizadas o ejecutar estudios avanzados en condiciones reales, y también genera barreras para su adopción amplia en programas educativos técnicos (Ghannam, 2024).

En muchos programas de formación técnica, especialmente en áreas como electromecánica y energías renovables, se ha observado que, aunque existen espacios educativos donde se enseña sobre energía solar, estos a menudo se enfocan más en la teoría y en conceptos básicos sin proporcionar herramientas suficientes para la práctica con equipos reales. Por ejemplo, investigaciones muestran que la incorporación de laboratorios y equipos didácticos especializados como bancos de pruebas fotovoltaicos permite que los estudiantes no solo entiendan el funcionamiento de los sistemas solares, sino que también experimenten directamente con variables eléctricas y procesos de montaje, configuración y análisis, fortaleciendo sus competencias técnicas de forma tangible. Esta integración de teoría y práctica es clave para preparar a los

futuros profesionales para los retos reales del sector de las energías renovables (Luz Aida Castiblanco Forero, 2024).

En muchos programas de formación técnica y superior, especialmente en electromecánica y energías renovables, se reconoce la importancia de que los estudiantes tengan experiencias reales con sistemas fotovoltaicos, más allá del uso de simuladores o teoría. Existen equipos didácticos modulares y sistemas de entrenamiento especializados diseñados para proporcionar aprendizaje práctico sobre la generación de energía solar, permitiendo que los alumnos midan parámetros eléctricos, configuren arreglos de paneles, estudien características de rendimiento bajo distintas condiciones de irradiancia y comprendan el funcionamiento de componentes reales como controladores, baterías e inversores. Estos equipos educativos fomentan la exploración directa de sistemas fotovoltaicos en un entorno de laboratorio, fortaleciendo así las capacidades técnicas y preparando mejor a los estudiantes para enfrentar desafíos profesionales reales (EcoSenseWorld, 2025).

2.3. TRABAJOS RELACIONADOS

En el ámbito europeo, varias universidades han incorporado laboratorios y bancos didácticos para el estudio práctico de los sistemas fotovoltaicos como parte fundamental de la formación en energías renovables. Un caso representativo es el de la Czech Technical University in Prague (CTU), donde la Facultad de Ingeniería Eléctrica desarrolla actividades de docencia e investigación orientadas al análisis del comportamiento de sistemas fotovoltaicos reales. En estos espacios académicos se estudian aspectos clave como la caracterización de módulos solares, el análisis del punto de máxima potencia, la influencia de variables ambientales y la evaluación del rendimiento energético. Este enfoque práctico permite a los estudiantes complementar los conocimientos teóricos con experimentación directa, fortaleciendo tanto el aprendizaje técnico como la investigación aplicada en eficiencia energética y sostenibilidad ((CTU), 2024).

En Colombia, la Universidad Santo Tomás desarrolló un banco de pruebas didáctico orientado a la caracterización de sistemas solares fotovoltaicos autónomos. Este proyecto integró módulos solares, reguladores de carga, baterías y convertidores, permitiendo a los estudiantes realizar prácticas de medición de voltaje, corriente, potencia y eficiencia en tiempo real. El banco fue diseñado para facilitar el aprendizaje de conceptos como el balance energético, la autonomía del sistema y el dimensionamiento de instalaciones solares. Además, se incorporó un sistema de monitoreo digital que registra los parámetros eléctricos y ambientales, lo que permite realizar análisis de rendimiento bajo diferentes condiciones climáticas. Esta iniciativa ha sido reconocida por su impacto en la formación de profesionales capaces de diseñar e implementar soluciones energéticas sostenibles en zonas rurales y urbanas del país ((CTU), 2024).

En diversos programas educativos, los laboratorios de energía solar fotovoltaica se han convertido en instrumentos esenciales para acercar a los estudiantes a experiencias reales de generación y análisis de energía renovable. Por ejemplo, en el desarrollo de prácticas de laboratorio sobre energía solar fotovoltaica se ha trabajado en la creación de módulos entrenadores que permiten a los alumnos comprender cómo se transforma la radiación del sol en energía eléctrica, medir variables eléctricas en tiempo real y evaluar el comportamiento de sistemas bajo diferentes condiciones de operación y control. Este tipo de módulos didácticos incluye dispositivos configurables que facilitan la medición de voltaje, corriente y potencia, y permiten experimentar con combinaciones de paneles y sistemas autónomos, fortaleciendo así la formación práctica en energías renovables y preparando mejor a los futuros profesionales (Sergio Andrés Durán-Jaimes, 2023).

En el cantón El Carmen, provincia de Manabí, se desarrolló un sistema didáctico de energía solar para la carrera de Técnica Superior en Electromecánica de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. El proyecto consistió en la construcción de un banco de pruebas que permite realizar prácticas de instalación, medición y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos. Se incluyeron paneles solares,

inversores, baterías y dispositivos de protección, con el objetivo de simular condiciones reales de operación. Este banco ha sido utilizado para capacitar a estudiantes en el diseño de sistemas autónomos, el cálculo de eficiencia energética y la evaluación de pérdidas por temperatura y orientación. La iniciativa representa un avance significativo en la formación técnica de la región, al incorporar tecnologías limpias y fomentar el uso responsable de los recursos energéticos (Cárdenas Veliz & Zambrano Rojas, 2024).

CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA

En este capítulo se describe de manera detallada el desarrollo y ejecución del banco didáctico de energía fotovoltaica, considerando el correcto manejo de diseños y materiales para todo el proyecto.

Durante el desarrollo se tomó en cuenta varios diseños del sistema, también se realizó cálculos y análisis técnicos que sirvió como base para la selección de los materiales, tales como el panel solar e inversor, esto para garantizar que las especificaciones de todos los materiales sean las adecuadas. En esta sección se desarrolla de manera práctica la propuesta planteada para dar solución al problema identificado en el Capítulo I, relacionada con la necesidad de fortalecer las prácticas de medición y análisis eléctrico mediante la implementación de un banco didáctico de energía solar fotovoltaica. A lo largo de este apartado se describe el proceso seguido para la ejecución de cada uno de los objetivos específicos, partiendo desde el diseño cumplan con su correcto funcionamiento en el sistema.

3.1. DESARROLLO

En esta sección se desarrolla de manera práctica la propuesta planteada para dar solución al problema identificado en el Capítulo I, relacionada con la necesidad de fortalecer las prácticas de medición y análisis eléctrico mediante la implementación de un banco didáctico de energía solar fotovoltaica. A lo largo de este apartado se describe el proceso seguido para la ejecución de cada uno de los objetivos específicos, partiendo desde el diseño hasta su implementación práctica y verificación de funcionamiento. Asimismo, se detallan los criterios técnicos considerados para la selección de los componentes, la metodología

empleada para el montaje del sistema, las etapas principales de su desarrollo y los recursos económicos necesarios para su ejecución. Todo este proceso permitió transformar una propuesta teórica en una herramienta didáctica funcional, orientada a mejorar el aprendizaje práctico de los estudiantes. Los resultados obtenidos a partir de la puesta en funcionamiento del banco didáctico se presentan en la sección siguiente, donde se evidencia el cumplimiento de los objetivos específicos planteados y la efectividad de la solución implementada.

3.1.1. Descripción de la propuesta

Diseñar el banco didáctico de energía solar fotovoltaica considerando los elementos principales del sistema.

La propuesta inicia con el diseño del banco didáctico de energía solar fotovoltaica, el cual responde directamente al primer objetivo específico del proyecto. En esta etapa se establecieron las características técnicas y didácticas del banco, considerando los principios de funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos y las necesidades del laboratorio. El diseño permitió definir la disposición de los componentes, los esquemas de conexión y los puntos de medición, asegurando que el banco didáctico sea una herramienta clara y funcional para el aprendizaje. De esta manera, el diseño del sistema sentó las bases para que los estudiantes puedan comprender de forma práctica el comportamiento eléctrico de un sistema fotovoltaico real.

Implementar el banco didáctico de energía solar fotovoltaica integrando los componentes y materiales.

El segundo objetivo específico se relaciona con la implementación física del banco didáctico, donde el diseño previamente elaborado fue llevado a la práctica. Esta fase incluyó el montaje de la estructura, la instalación de los componentes eléctricos y la realización de las conexiones correspondientes, siguiendo criterios de seguridad y un orden lógico de trabajo. La implementación permitió transformar la propuesta teórica en un sistema operativo dentro del laboratorio, brindando a los estudiantes la oportunidad de interactuar directamente con los equipos y realizar mediciones reales. Con ello, se fortalecerá el aprendizaje

práctico y se promoverá el desarrollo de habilidades técnicas esenciales en el área de la energía solar fotovoltaica.

Comprobar la funcionalidad del banco didáctico fotovoltaico mediante ensayos prácticos orientados a la formación técnica del estudiante.

El tercer objetivo específico se orienta a la verificación del funcionamiento del banco didáctico mediante prácticas de medición y análisis eléctrico. A través de la realización de pruebas y mediciones, se evaluó el desempeño del sistema bajo diferentes condiciones de operación, comprobando su estabilidad y confiabilidad. Esta etapa permitió validar que el banco didáctico cumple con su finalidad educativa, facilitando el análisis de variables eléctricas como voltaje, corriente y potencia. De esta forma, se confirmó que la propuesta implementada contribuye efectivamente al proceso de enseñanza y aprendizaje y al fortalecimiento de las competencias técnicas de los estudiantes.

3.1.2. Etapas

Etapa 1: Actividades realizadas para cumplir el Objetivo Específico 1.

Para el cumplimiento del primer objetivo específico se desarrollaron actividades orientadas al diseño del banco didáctico. En esta etapa se realizó el análisis del funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos y de los requerimientos del laboratorio, lo que permitió definir las características técnicas y didácticas del banco. Se seleccionaron los componentes principales del sistema, como el panel solar, el controlador de carga, la batería, el inversor y los instrumentos de medición, considerando su compatibilidad y facilidad de uso. Asimismo, se elaboraron los esquemas y diagramas eléctricos que muestran la correcta interconexión de los elementos, asegurando un diseño claro, funcional y adecuado para fines educativos.

Etapa 2: Actividades realizadas para cumplir el Objetivo Específico 2.

La segunda etapa estuvo enfocada en la implementación física del banco didáctico. En esta fase se realizó el montaje de la estructura, la instalación de los componentes eléctricos y la ejecución de las conexiones siguiendo un orden lógico y seguro. Durante este proceso se aplicaron criterios de seguridad

eléctrica y se verificó la correcta instalación de cada elemento, con el fin de garantizar un funcionamiento estable del sistema. Esta etapa permitió convertir el diseño propuesto en una herramienta didáctica operativa, facilitando a los estudiantes el contacto directo con un sistema fotovoltaico real y fortaleciendo el aprendizaje práctico.

Etapas 3: Actividades realizadas para cumplir el Objetivo Específico 3.

La tercera etapa se orientó a la verificación y validación del funcionamiento del banco didáctico mediante prácticas de medición y análisis eléctrico. En esta fase se realizaron pruebas para medir variables como voltaje, corriente y potencia en diferentes puntos del sistema, evaluando su comportamiento bajo condiciones reales de operación. Los resultados obtenidos permitieron comprobar la estabilidad y confiabilidad del banco didáctico. Esta etapa confirmó que la propuesta cumple con su finalidad educativa y contribuye al desarrollo de competencias técnicas en los estudiantes.

3.1.3. Presupuesto

Para la implementación y desarrollo de la propuesta, fue importante la investigación y revisión de los materiales a conseguir, donde el presupuesto ejecutado es por los materiales adquiridos para la implementación de un banco didáctico de energía solar fotovoltaica.

Tabla 1. Precios de materiales

No	Materiales	Precio
1	Panel solar 120W	\$47.00
2	Controlador de carga solar	\$27.00
3	Batería 12V-26Ah	\$56.52
4	Inversor 300W	\$39.13
5	2 portafusibles	\$4.35

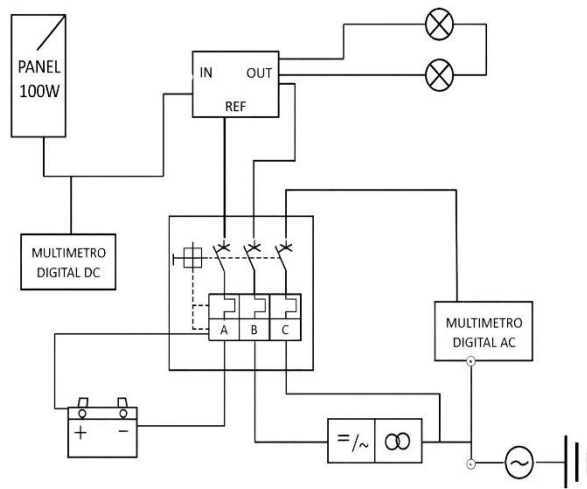
6	2 fusibles	\$0.87
7	Voltímetro DC	\$6.09
8	Voltímetro AC	\$6.09
9	Caja sobrepuesta	\$6.96
10	Conector MC4	\$1.30
11	Breacker DC 20A 500V	\$12.17
12	Media plancha de tabla triple 12mm	\$18.97
13	Tornillos 1/2"	\$1.00
14	4 ruedas garruchas	\$1.00
15	Canaleta	\$1.00
16	Ángulos de aluminio	\$1.00
Total:		\$230.45

3.2. RESULTADOS

Objetivo 1: Logros obtenidos en el objetivo 1.

El desarrollo del primer objetivo permitió contar con un diseño organizado y coherente del banco didáctico de energía solar fotovoltaica, en el cual se integraron de manera adecuada los componentes del sistema. Este resultado facilitó la visualización del flujo de energía y la identificación de los puntos de medición, haciendo que el banco sea comprensible y fácil de utilizar en el entorno académico. El diseño obtenido no solo cumple con criterios técnicos, sino que también responde a un enfoque pedagógico, lo que contribuye a una mejor comprensión de los principios básicos de la energía solar por parte de los estudiantes.

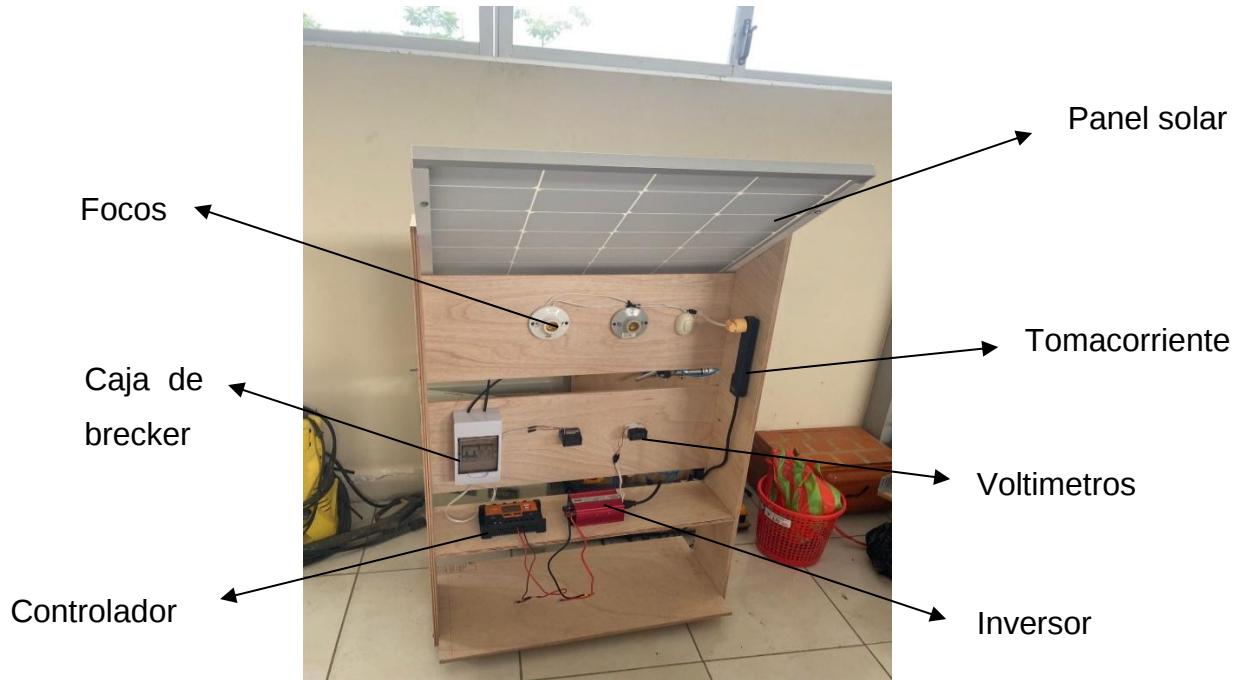
Ilustración 1. Diagrama de conexiones



Objetivo 2: Logros obtenidos en el objetivo 2.

La implementación del banco didáctico evidenció que el diseño propuesto puede ser llevado a la práctica de forma efectiva y segura. El sistema instalado permitió realizar prácticas reales de conexión y operación, generando un entorno de aprendizaje más dinámico. Este resultado se refleja en la disponibilidad de un equipo funcional dentro del ámbito académico, capaz de reproducir el comportamiento de un sistema fotovoltaico real y de apoyar directamente las actividades académicas de la carrera.

Ilustración 2. Materiales del proyecto



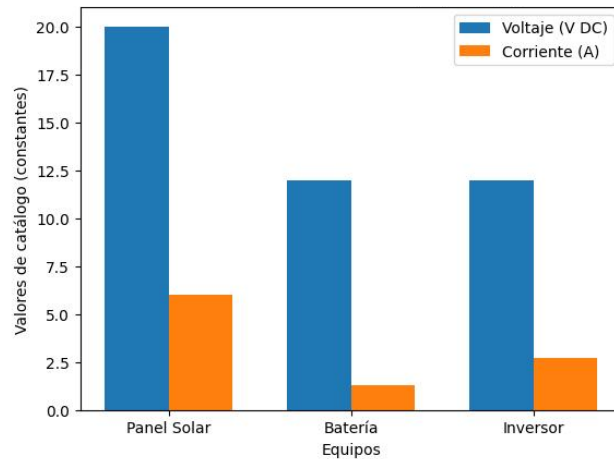
Objetivo 3: Logros obtenidos en el objetivo 3.

Los resultados alcanzados en el tercer objetivo se manifestaron a través de la correcta obtención de datos eléctricos durante las prácticas realizadas con el banco didáctico. Las mediciones obtenidas permitieron analizar el comportamiento del sistema bajo distintas condiciones, reforzando la interpretación de variables eléctricas y el uso adecuado de instrumentos de medición. Esto demostró que el banco didáctico no solo funciona correctamente, sino que también cumple un rol formativo, al facilitar el aprendizaje práctico y el desarrollo de habilidades técnicas en los estudiantes.

Tabla 2. Valores de catálogos de los equipos

Equipos	Voltaje de catálogo	Corriente de catálogo
Panel Solar	20V DC	6 A
Batería	12V DC	1.3 A
Inversor	12V DC	2.73 A

Ilustración 3. Valores de catálogo por equipo



La gráfica de valores eléctricos de catálogo presenta el voltaje y la corriente nominal asignados a cada uno de los equipos que conforman el sistema fotovoltaico: panel solar, batería e inversor. Al tratarse de datos proporcionados por el fabricante, dichos valores se mantienen constantes y representan las condiciones ideales de operación para las cuales los componentes fueron diseñados.

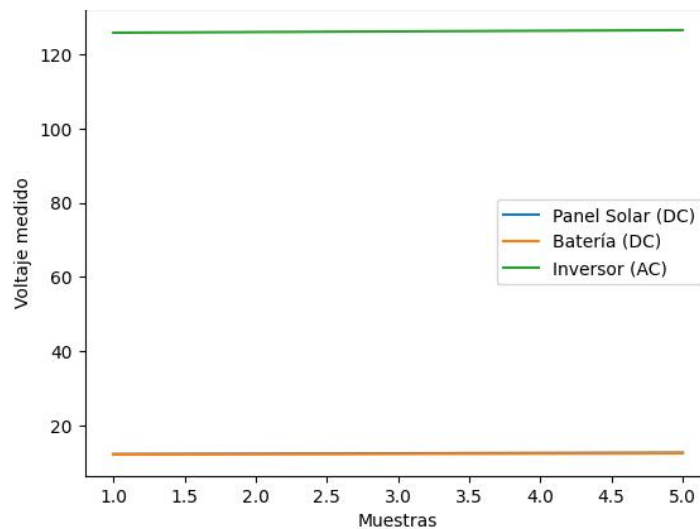
El panel solar exhibe el mayor nivel de corriente nominal (6 A) asociado a un voltaje de salida de 20 V DC, lo cual es consistente con su función como fuente primaria de generación energética. Por su parte, la batería y el inversor operan a 12 V DC, aunque con demandas de corriente diferenciadas, reflejando los distintos regímenes de carga y conversión de energía. Esta diferencia permite evidenciar la jerarquía funcional del sistema y constituye un punto de referencia fundamental para comparar el comportamiento real del sistema frente a los valores teóricos de diseño.

En conjunto, esta gráfica establece el marco base de diseño, indispensable para la validación posterior del sistema mediante datos medidos, y permite verificar la correcta selección y compatibilidad de los componentes eléctricos.

Tabla 3. Valores medidos de los equipos

Equipos	Voltaje medido	Corriente medida
Panel Solar	12,5 DC	5,5 A
Batería	12,4 DC	1.0 A
Inversor	126,3 AC	0.1 A

Ilustración 4. Comportamiento lineal del voltaje medido

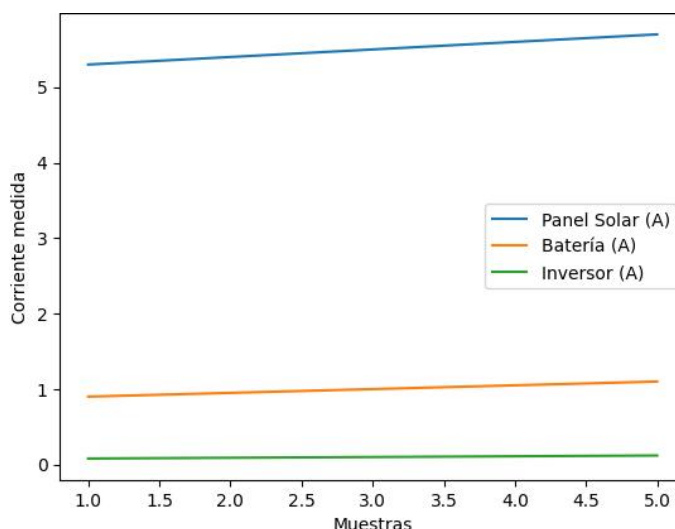


La gráfica de voltaje medido muestra una tendencia lineal y estable para los tres equipos evaluados a partir de muestras sucesivas dentro de rangos operativos cercanos al valor promedio registrado. En el caso del panel solar y la batería, ambos presentan voltajes en corriente continua cercanos a 12,5 V y 12,4 V respectivamente, con variaciones mínimas atribuibles a condiciones normales de operación y carga.

El inversor, en cambio, mantiene un voltaje en corriente alterna cercano a 126 V, con una pendiente prácticamente constante a lo largo de las muestras. Esta estabilidad es indicativa de un proceso de conversión eficiente y de un correcto acoplamiento entre la entrada en DC y la salida en AC del sistema.

La linealidad observada en esta gráfica confirma que el sistema no presenta oscilaciones críticas ni caídas de tensión significativas, lo cual respalda la confiabilidad del diseño eléctrico y su capacidad para operar de manera continua bajo condiciones normales de servicio.

Ilustración 5. Comportamiento lineal de corriente medida



La gráfica de corriente medida evidencia un comportamiento lineal controlado para cada componente del sistema, con variaciones graduales y acotadas dentro de rangos esperados. El panel solar registra la mayor corriente medida, con valores cercanos a 5,5 A, lo que confirma su rol como elemento principal de suministro energético.

La batería presenta una corriente moderada alrededor de 1,0 A, coherente con procesos de carga y descarga parcial sin sobreesfuerzos eléctricos, mientras que el inversor muestra valores bajos de corriente ($\approx 0,1$ A), propios de la conversión energética en condiciones de carga ligera o estable.

Este comportamiento lineal y diferenciado entre componentes ratifica la correcta distribución de la energía dentro del sistema, evitando sobre corrientes o pérdidas innecesarias. Además, la ausencia de picos abruptos en la corriente refuerza la seguridad operativa del conjunto y el adecuado dimensionamiento de los dispositivos.

Ilustración 6. Valores de voltajes medidos

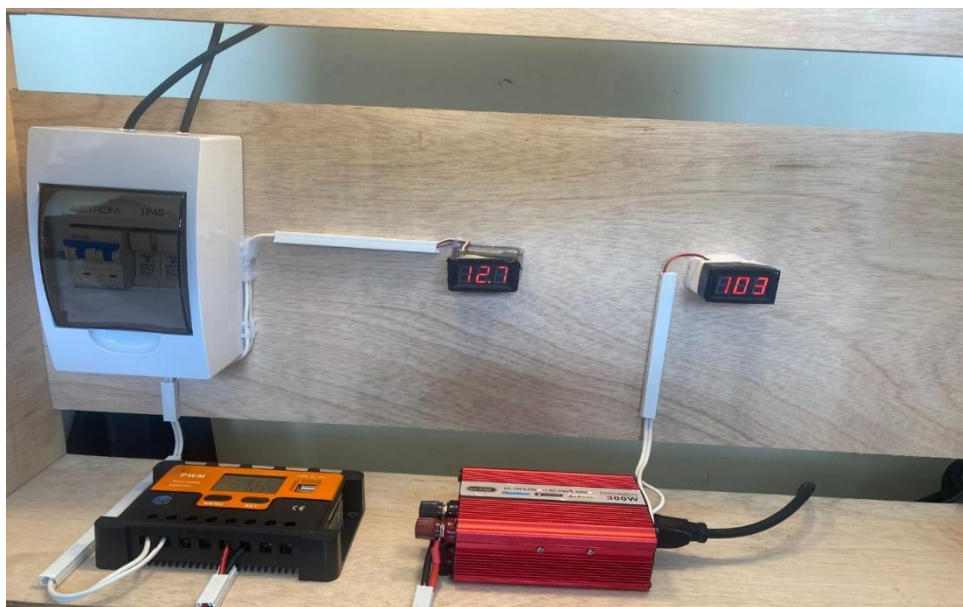


Ilustración 7. Funcionamiento del proyecto



CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

1. Se logró diseñar de manera correcta un banco didáctico de energía solar fotovoltaica, tomando en cuenta los elementos que forman parte de un sistema fotovoltaico. Para el diseño se realizó la selección de componentes esenciales como el panel solar, controlador de carga, inversor, el sistema de almacenamiento de energía mediante la batería los instrumentos de medición como los voltímetros AC y DC, permitiendo así una buena interacción entre todos los materiales. También se elaboraron varios esquemas eléctricos hasta encontrar el adecuado para asegurar su funcionamiento correcto y seguro del banco didáctico. Este diseño del banco fue realizado con un enfoque didáctico, eso quiere decir que está orientado a facilitar la comprensión de los principios de la generación eléctrica mediante paneles solares.
2. El banco didáctico de energía solar fotovoltaica fue implementado de manera satisfactoria, convirtiendo el diseño propuesto en un sistema físico y funcional. Durante esta etapa se realizó el montaje de la estructura y la integración progresiva de los distintos componentes, como los paneles solares, el sistema de almacenamiento, el inversor y los dispositivos de medición y protección, asegurando una correcta conexión y operación del conjunto. El proceso de implementación permitió evidenciar la relación práctica entre los elementos del sistema fotovoltaico y su funcionamiento real, lo que facilitó la creación de un entorno de aprendizaje más cercano a las condiciones que los estudiantes enfrentarán en el ámbito profesional. De esta forma, el banco didáctico se consolidó como una herramienta accesible, segura y adecuada para el desarrollo de prácticas técnicas en el laboratorio.
3. La funcionalidad del banco didáctico fue comprobada a través de ensayos prácticos que permitieron observar su comportamiento en condiciones reales de operación. Las mediciones de voltaje, corriente y potencia

evidenciaron que el sistema responde de forma estable y coherente ante las variaciones propias de la radiación solar y de las cargas conectadas. Estas pruebas no solo confirmaron el correcto funcionamiento de los componentes, sino que también permitieron a los estudiantes interactuar directamente con el sistema, fortaleciendo su comprensión de los conceptos teóricos mediante la experiencia práctica. En consecuencia, el banco didáctico demostró ser una herramienta eficaz para el aprendizaje activo, el análisis eléctrico y el desarrollo de competencias técnicas en energía solar fotovoltaica

4.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda que, al momento de realizar las conexiones del banco didáctico de energía solar fotovoltaica, primero se conecte el panel solar al controlador de carga y, posteriormente, el controlador y el inversor a la batería. Seguir este orden facilita un funcionamiento estable del sistema, protege los equipos y reduce el riesgo de errores o daños durante las prácticas, especialmente cuando los estudiantes están en proceso de aprendizaje.

Asegurar la operatividad del banco didáctico de energía solar fotovoltaica mediante un mantenimiento periódico y la supervisión técnica de sus componentes. Esto permitirá conservar el buen estado del sistema, garantizar su funcionamiento continuo y asegurar su aprovechamiento dentro de las actividades académicas.

Utilizar el banco didáctico de forma regular durante las prácticas, orientando a los estudiantes en el manejo correcto de los equipos y en la interpretación de las mediciones eléctricas. De esta manera, se favorece un uso adecuado del banco y se fortalece el proceso de enseñanza–aprendizaje.

Promover el uso del banco didáctico como herramienta de apoyo permanente en el laboratorio, facilitando su disponibilidad para prácticas académicas. Esto permitirá un mejor aprovechamiento del banco y una formación técnica más acorde a las necesidades reales del sector energético.

Hacer uso responsable del banco didáctico, respetando las normas de seguridad y los procedimientos establecidos para la conexión y medición del sistema. Un manejo adecuado permitirá evitar daños en los equipos y garantizar prácticas seguras y efectivas.

BIBLIOGRAFÍA

- (CTU), C. T. (2024). *Faculty of Electrical Engineering*. <https://fel.cvut.cz/en/research/research-topics/29094-photovoltaics>
- (NREL), N. R. (2020). *EurekaAlert! – News Releases*. <https://www.eurekaalert.org/news-releases/581670>
- (NREL), N. R. (2024). *NREL-Photovoltaic Research*. <https://www.nrel.gov/pv/cell-efficiency.html>
- (ULEAM), U. L. (2020-2025). *ULEAM*. <https://www.uleam.edu.ec/que-es-la-uleam/>
- Britannica, E. o. (2025). *Solar panel design*. <https://www.britannica.com/technology/solar-cell/Solar-panel-design>
- Cárdenas Veliz, D. A., & Zambrano Rojas, J. M. (2024). Construcción de un sistema didáctico de energía solar para la carrera de TSE en la ULEAM extensión El Carmen. <https://doi.org/https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/7526>
- CESUMA, U. (2025). *Universidad CESUMA*. <https://cesuma.edu.mx/2025/03/07/de-que-forma-las-energias-renovables-se-ensenan-en-clase/>
- Cuenca Loaiza, L. Z. (2013). *Diseño y construcción didáctico para prácticas de energía solar fotovoltaica*. UNL: <https://dspace.unl.edu.ec/items/cbca54a8-10d2-4bd2-b8b8-7a85f8089377>
- EcoSenseWorld. (2025). *EcoSenseWorld*. <https://www.ecosenseworld.com/labs/solar-pv-labs/solar-pv-training-research-kit>
- Edwin Rúa-Ramírez, I. M.-J.-S.-S.-R. (2021). Banco de pruebas didáctico para aprendizaje y medición del rendimiento de paneles solares fotovoltaicos. 2021(2), 10. <https://doi.org/https://doi.org/10.18273/revuin.v20n2-2021001>

- Energiarenovable.cat. (2025). *Energiarenovable.cat*.
<https://energiarenovable.cat/es/blog/inversor-solar/>
- Energy, C. (2025). *COULEE*. <https://couleenergy.com/es/como-estan-cambiando-rapidamente-los-paneles-solares-y-que-significa/>
- Generatuenergia.net, I. s.-T. (2025). *Inversor solar – TGC Blog / Generatuenergia.net*. <https://tgc.uy/blog/inversor-solar-como-opera-y-que-lo-diferencia/>
- Ghannam, N. A. (2024). Immersive Learning in Photovoltaic Energy Education: A Comprehensive Review of Virtual Reality Applications. 4(1), 136-161.
<https://doi.org/https://www.mdpi.com/2673-9941/4/1/6>
- Houda Brahmi, R. D. (2021). A Study of a DC/AC Conversion Structure for Photovoltaic System Connected to the Grid with Active and Reactive Power Control. 14. <https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2021/9967577>
- Institucional, U. C.-R. (2025). *Repositorio Institucional*.
<https://repositorio.udes.edu.co/bitstreams/6dbb5923-f2ba-41ff-a816-71c15f336ce8/download>
- Luis Angel Iturralde Carrera, M. G.-B.-R.-A.-A.-R. (2025). Efficiency and Sustainability in Solar Photovoltaic Systems: A Review of Key Factors and Innovative Technologies. 6(3), 50.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/eng6030050>
- Luz Aida Castiblanco Forero, F. H. (2024). Diseño de banco de pruebas para la enseñanza de energías renovables en la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central.
<https://doi.org/https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/3883>
- Manabí, U. L. (2020-2025). *Plan de desarrollo institucional 2020–2025*.
- Martinez Velastegui, M. A. (2023). Implementación de un sistema fotovoltaico autosustentable para vivienda en la comunidad masa II, Golfo de Guayaquil. 120.
<https://doi.org/http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22810>
- Reviews, C. E. (2025). *Most efficient solar panels*.
<https://www.cleanenergyreviews.info/blog/most-efficient-solar-panels>
- Sergio Andrés Durán-Jaimes, O. P.-P.-G.-G. (2023). *Sergio Andrés Durán-Jaimes, Orlando Palomino-Prieto, Francisco Luna-Guevara & Maya Sian Caycedo-García*.
<https://agris.fao.org/search/en/providers/124937/records/67122b7b7f591113e2a4c1ae>
- Tobajas Vázquez, M. C. (2018). *Energía solar fotovoltaica*. Cano Pina.

ULEAM, U. L. (2021-2025). ULEAM.
<https://departamentos.uleam.edu.ec/departamento-planeamiento/files/2023/04/4-ULEAM-PLAN-ESTRATEGICO-DE-DESARROLLO-INSTITUCIONAL-2021-2025.pdf>

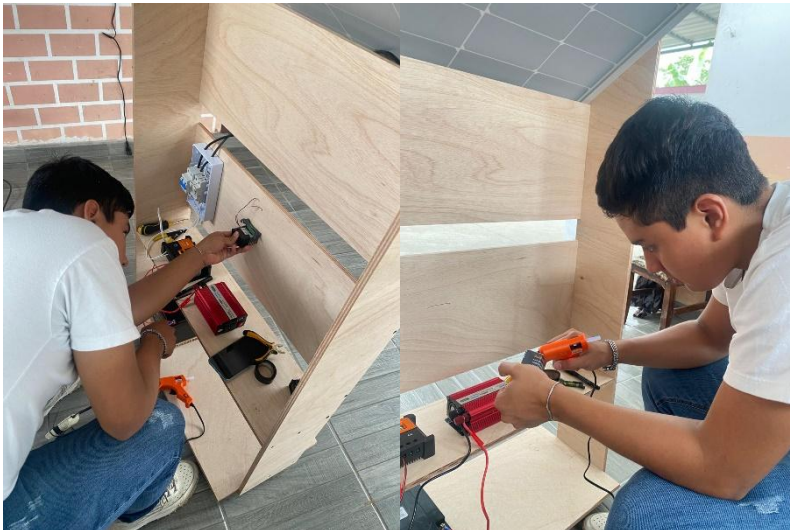
Vélez Gallego, M. A., Serna Roldán, J. I., & Pino Reyes, R. M. (2012). Banco solar didáctico. 41.
<https://doi.org/https://repositorio.pascualbravo.edu.co/bitstreams/92262dbb-ead2-41ac-a382-66669b09138c/download>

Wazipoint. (2023). *Wazipoint*. <https://www.wazipoint.com/2023/06/solar-inverter-key-features.html>

ANEXOS

Anexo 1. Construcción de proyecto





Anexo2. Valores de catálogo de los materiales



Anexos 3. Proyecto culminado



Anexo 4. Funcionamiento del proyecto

