



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

### **Título:**

Sistema de monitoreo remoto de variables eléctricas en paneles  
solares con ESP32

Cheme Chere Rudy Antonio  
Zambrano Campuzano José Antonio

### **Tutor(a)**

Ing. René Fernando López Barberán, Mg.

### **Unidad Académica:**


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

### **Carrera:**

Tecnología Superior en Electromecánica

**El Carmen, febrero de 2026.**

# CERTIFICACION DEL TUTOR

 <b>Uleam</b> <small>UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ</small>	<b>NOMBRE DEL DOCUMENTO:</b> CERTIFICADO DE TUTOR(A).	<b>CÓDIGO:</b> PAT-05-IT-001-F-004
	<b>PROCEDIMIENTO:</b> TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE LAS CARRERAS TÉCNICAS Y TECNOLÓGICAS	<b>VERSIÓN:</b> 3
		Página 1 de 1

## CERTIFICACIÓN

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

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante Cheme Chere Rudy Antonio, legalmente matriculado/a en la carrera de Electromecánica, período académico 2025(2), cumpliendo el total de 144 horas, cuyo tema del proyecto es "Sistema de monitoreo remoto de variables eléctricas en paneles solares con esp32".

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.

El Carmen, 2 de febrero de 2026.

Lo certifico,



Ing. Fernando López, MSc.  
**Docente Tutor(a)**  
**Área: Electromecánica**

	<b>NOMBRE DEL DOCUMENTO:</b> <b>CERTIFICADO DE TUTOR(A).</b>	<b>CÓDIGO: PAT-05-IT-001-F-004</b>
	<b>PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE LAS CARRERAS TÉCNICAS Y TECNOLÓGICAS</b>	<b>VERSIÓN: 3</b> <b>Página 1 de 1</b>

## CERTIFICACIÓN

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

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante Zambrano Campuzano Jose Antonio, legalmente matriculado/a en la carrera de Electromecánica, período académico 2025(2), cumpliendo el total de 144 horas, cuyo tema del proyecto es "Sistema de monitoreo remoto de variables eléctricas en paneles solares con esp32".

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.

El Carmen, 2 de febrero de 2026.

Lo certifico,



Ing. Fernando López, MSc.  
**Docente Tutor(a)**  
**Área: Electromecánica**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quien(es) suscribe(n) la presente:

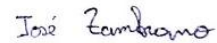
*Cheme Chere Rudy Antonio, Zambrano Campuzano José Antonio*

Estudiante(s) de la Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica, declaro(amos) bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: "Sistema de monitoreo remoto de variables eléctricas en paneles solares con ESP32", previa a la obtención del Título de Tecnólogo 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**



Cheme Chere Rudy Antonio



Zambrano Campuzano José Antonio

III

III



## APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado: "Sistema de monitoreo remoto de variables eléctricas en paneles solares con ESP32" de su(s) autor(es): Cheme Chere Rudy Antonio, Zambrano Campuzano José Antonio de la Carrera "Tecnología Superior en Electromecánica", y como Tutor(a) del Trabajo el Ing. René Fernando López Barberán, Mg.

**El Carmen, febrero de 2026**

Ing. Clara Pozo, Mag.

Presidente del Tribunal

Ing. Fernando López, Mag.

Tutor

Ing. Rocio Mendoza, Mag.

Primer miembro del Tribunal

Ing. Carlos López, Mag.

Segundo miembro del Tribunal

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por ser nuestro guía y fortaleza en cada etapa de este proceso. Gracias por concedernos la salud, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar este trabajo. Por iluminar nuestro camino en los momentos de dificultad y brindarnos la calma para seguir adelante cuando los retos parecían mayores.

De manera especial, agradecemos a nuestros padres, por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificio, que han sido un pilar fundamental en nuestra formación personal y académica. A nuestros hermanos, hermana y familiares, por su acompañamiento, comprensión y palabras de aliento a lo largo de este camino.

Asimismo, expresamos nuestro sincero agradecimiento a nuestros amigos, quienes con sus sabios consejos, apoyo moral y amistad sincera contribuyeron de manera significativa a la culminación de este trabajo.

Finalmente, extendemos nuestro agradecimiento a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen, por brindarnos la oportunidad de formarnos académicamente, así como a sus autoridades y docentes, quienes con su orientación, conocimientos y compromiso aportaron de manera fundamental al desarrollo y culminación de este trabajo.

Todo logro alcanzado es posible gracias a Dios y al respaldo de las personas que nos rodean, por lo que este esfuerzo y sus resultados están puestos en Sus manos con profunda gratitud.

Cheme Rudy y Zambrano José

## **DEDICATORIA**

Dedicamos el presente trabajo, en primer lugar, a Dios, por ser nuestra guía constante, por darnos la vida, la fortaleza y la sabiduría necesarias para enfrentar cada reto presentado a lo largo de este proceso académico. Gracias a Él hemos podido mantener la fe, la perseverancia y la motivación para culminar este objetivo.

A nuestros padres, quienes han sido el pilar fundamental de nuestras vidas, por su apoyo incondicional, sacrificio, amor y confianza. Su esfuerzo diario, consejos y enseñanzas nos han impulsado a seguir adelante y a no rendirnos, incluso en los momentos más difíciles.

A nuestros hermanos y hermanas, familiares y amigos, por brindarnos ánimo, comprensión y acompañamiento durante este camino. Agradecemos especialmente sus palabras de aliento y sabios consejos, los cuales fueron de gran ayuda para mantenernos enfocados y comprometidos con nuestras metas.

Finalmente, dedicamos este trabajo a todas aquellas personas que, de una u otra manera, formaron parte de este proceso y contribuyeron a nuestro crecimiento personal y académico. Este logro también les pertenece.

Cheme Rudy y Zambrano José

## **RESUMEN**

El presente trabajo desarrolla un sistema de monitoreo remoto de variables eléctricas aplicado a un sistema de paneles solares, debido a la limitada disponibilidad de equipos funcionales y herramientas tecnológicas para el análisis y supervisión de sistemas fotovoltaicos en el ámbito académico.

El objetivo general fue monitorear de manera remota las variables eléctricas de un sistema de paneles solares mediante el uso de un ESP32.

La metodología empleada consistió en el diseño del sistema de monitoreo, la construcción física del prototipo y la realización de pruebas de funcionamiento, integrando un panel solar, un controlador de carga, una batería, un inversor y un sensor INA219 para la medición de voltaje y corriente.

Los resultados obtenidos evidenciaron que el sistema permitió la adquisición, procesamiento y visualización remota de las variables eléctricas de forma estable y confiable.

Como conclusión, se determinó que el sistema desarrollado cumple con los objetivos planteados y constituye una herramienta técnica útil para el análisis y estudio de sistemas fotovoltaicos a pequeña escala.

## **PALABRAS CLAVE**

Monitoreo remoto, paneles solares, variables eléctricas, ESP32, sistemas fotovoltaicos

## **ABSTRACT**

This technical report presents the development of a remote monitoring system for electrical variables applied to a solar panel system, motivated by the limited availability of functional equipment and technological tools for the analysis and supervision of photovoltaic systems in academic environments.

The general objective of the project was to remotely monitor the electrical variables of a solar panel system using an ESP32 microcontroller.

The methodology included the design of the monitoring system, the physical construction of the prototype, and the execution of operational tests, integrating a solar panel, a charge controller, a battery, an inverter, and an INA219 sensor for voltage and current measurement.

The results demonstrated that the system allowed the acquisition, processing, and remote visualization of electrical variables in a stable and reliable manner.

It is concluded that the developed system meets the proposed objectives and represents a practical technical tool for the analysis and study of small-scale photovoltaic systems.

## **KEYWORDS**

Remote monitoring, solar panels, electrical variables, ESP32, photovoltaic systems.

# ÍNDICE

CERTIFICACION DEL TUTOR .....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	III
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
DEDICATORIA.....	VI
RESUMEN .....	VII
PALABRAS CLAVE.....	VII
ABSTRACT .....	VIII
KEYWORDS .....	VIII
ÍNDICE .....	IX
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS .....	XI
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PROBLEMA.....	3
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	4
1.3. OBJETIVOS.....	5
1.3.1. Objetivo general .....	5
1.3.2. Objetivos específicos .....	5
1.4. METODOLOGÍA .....	5
1.4.1. Procedimiento .....	5
1.4.2. Técnicas.....	7
1.4.3. Métodos .....	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	9
2.1. DEFINICIONES .....	9
Fundamentación teórica del primer componente: Monitoreo remoto de variables eléctricas .....	9
Fundamentación teórica del segundo componente: Paneles solares .....	10
2.2. ANTECEDENTES.....	11

Datos de la institución/organización donde se ejecutó el proyecto .	11
Datos de lo que se había hecho hasta antes de ejecutar el proyecto planteado con relación al título .....	13
2.3. TRABAJOS RELACIONADOS .....	14
CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....	15
3.1. DESARROLLO .....	15
3.1.1. Descripción de la propuesta.....	16
Descripción del Objetivo Específico 1: Diseñar el sistema de monitoreo remoto.....	16
Descripción del Objetivo Específico 2: Construir el sistema de monitoreo en físico .....	16
Descripción del Objetivo Específico 3: Realizar pruebas de funcionamiento .....	17
3.1.2. Etapas .....	17
Etapa 1: Actividades realizadas para cumplir el Objetivo Específico 1 .....	17
Etapa 2: Actividades realizadas para cumplir el Objetivo Específico 2 .....	18
Etapa 3: Actividades realizadas para cumplir el Objetivo Específico 3 .....	18
3.1.3. Presupuesto.....	18
3.2. RESULTADOS.....	20
Resultados del Objetivo Específico 1: Diseño del sistema de monitoreo remoto.....	20
Resultados del Objetivo Específico 2: Construcción del sistema de monitoreo.....	22
Resultados del Objetivo Específico 3: Pruebas de funcionamiento del sistema .....	24
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	26
4.1. CONCLUSIONES .....	26
4.2. RECOMENDACIONES .....	26
BIBLIOGRAFÍA .....	28
ANEXOS .....	30

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1</b> Simulación del sistema de monitoreo remoto utilizando Cirkít Designer. ....	21
<b>Ilustración 2.</b> Módulo del panel solar exterior .....	22
<b>Ilustración 3.</b> Sistema didáctico .....	23
<b>Ilustración 4.</b> Control de monitoreo con la página Blynk.Console.....	24
<b>Ilustración 5</b> Monitoreo a través del celular con Blynk IoT .....	25
<b>Ilustración 6</b> Cortando la estructura donde va ubicada la tesis .....	30
<b>Ilustración 7</b> Haciendo orificios para ubicar las bisagras.....	30
<b>Ilustración 8</b> Ubicando breaker 3 Am de protección al panel .....	31
<b>Ilustración 9</b> Verificando los materiales que estén funcionando correctamente.....	31
<b>Ilustración 10</b> Programando el sistema de monitoreo remoto con Arduino ID.....	32
<b>Ilustración 11</b> Organización del cableado .....	32
<b>Ilustración 12</b> Monitoreo a través de Wifi .....	33
<b>Ilustración 13</b> Análisis de monitoreo con Blynk IoT .....	33

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Presupuesto.....	18
----------------------------------	----

## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

El seguimiento remoto de variables eléctricas en sistemas energéticos se ha consolidado como una herramienta clave para garantizar un funcionamiento eficiente y confiable de las instalaciones eléctricas, en particular en sistemas fotovoltaicos localizados en áreas aisladas o de acceso limitado. Mediante esta metodología es posible obtener, procesar y transmitir información en tiempo real de parámetros como voltaje, corriente y potencia, lo que permite una supervisión constante, la identificación oportuna de fallas y la evaluación del rendimiento del sistema sin requerir presencia física continua. Asimismo, la incorporación de tecnologías basadas en el Internet de las Cosas (IoT) y el uso de microcontroladores con conectividad inalámbrica favorecen la disminución de los costos de mantenimiento, optimizan la gestión energética y posibilitan la detección temprana de anomalías operativas, lo que se traduce en un aumento de la confiabilidad, la eficiencia y la sostenibilidad de los sistemas energéticos (Buenaventura & Villamar, 2022).

Los paneles solares representan el componente principal de los sistemas fotovoltaicos, ya que actúan como dispositivos encargados de convertir la radiación solar en energía eléctrica mediante el efecto fotovoltaico. Estos módulos se encuentran compuestos por celdas fotovoltaicas que, al recibir la luz solar, producen corriente continua, siendo utilizados tanto en sistemas aislados como en instalaciones interconectadas a la red eléctrica para el suministro de energía renovable, limpia y sostenible. El incremento en el uso de la energía solar se debe a la necesidad de diversificar las fuentes energéticas y reducir la dependencia de los combustibles fósiles, generando beneficios ambientales y económicos a largo plazo. Asimismo, el desempeño de los paneles solares depende directamente de las condiciones ambientales y de las cargas eléctricas, por lo que resulta indispensable contar con un monitoreo eficiente de sus variables eléctricas que permita optimizar la operación y el mantenimiento del sistema (Tumbaco & Pantaleón, 2023).

En investigaciones recientes se ha puesto de manifiesto el creciente interés en el desarrollo de sistemas de monitoreo de variables eléctricas sustentados en tecnologías del Internet de las Cosas (IoT), con el objetivo de optimizar la gestión de la energía eléctrica. Un ejemplo representativo es la propuesta presentada por Barragán, y otros, (2022) quienes desarrollan una plataforma de monitoreo y control automático capaz de efectuar el registro histórico de variables eléctricas como voltaje, corriente y energía, utilizando herramientas de visualización gráfica y comunicación remota de bajo costo. Este sistema incorpora dispositivos IoT para la captura y transmisión de datos desde ubicaciones remotas hacia una plataforma en línea, lo que posibilita la supervisión constante del consumo energético y apoya la toma de decisiones enfocadas en la eficiencia energética. Este tipo de propuestas evidencia la factibilidad técnica del monitoreo remoto de variables eléctricas y sustenta el desarrollo de soluciones similares en diversos contextos, como los sistemas de generación fotovoltaica, donde el seguimiento continuo de los parámetros eléctricos es esencial para evaluar el desempeño del sistema.

La relevancia del presente trabajo se fundamenta en la necesidad de disponer de sistemas que posibiliten la supervisión continua y remota del comportamiento eléctrico de los sistemas fotovoltaicos, particularmente en aplicaciones de pequeña y mediana escala. El seguimiento de variables eléctricas como el voltaje y la corriente permite analizar el desempeño del sistema, detectar posibles fallas, comprobar las condiciones de operación y garantizar el uso adecuado de los componentes eléctricos involucrados. En este sentido, la implementación de un sistema de monitoreo remoto basado en un microcontrolador con conectividad inalámbrica se presenta como una alternativa técnica viable y de bajo costo, que contribuye a optimizar la gestión de la energía generada por los paneles solares y facilita el análisis del funcionamiento del sistema sin requerir intervención directa en el sitio de instalación.

El desarrollo de un sistema de monitoreo remoto de variables eléctricas aplicado a paneles solares se encuentra estrechamente vinculado con la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica, debido a que articula conocimientos

esenciales de electricidad, electrónica, automatización y sistemas energéticos. La correcta selección, interconexión y supervisión de componentes como paneles solares, controladores de carga, baterías, sensores y sistemas de conversión de energía constituyen competencias propias del tecnólogo en electromecánica. De igual manera, la aplicación de microcontroladores para la adquisición y transmisión de datos eléctricos contribuye al fortalecimiento de las habilidades técnicas requeridas para el diseño, implementación y evaluación de sistemas electromecánicos actuales, en concordancia con las exigencias vigentes del sector energético y tecnológico.

### **1.1. PROBLEMA**

En la actualidad, los sistemas de generación de energía a partir de paneles solares se emplean como una alternativa para el aprovechamiento de fuentes renovables; no obstante, en numerosos casos operan sin un sistema adecuado para el monitoreo de sus variables eléctricas. La falta de información en tiempo real sobre parámetros como el voltaje y la corriente dificulta la supervisión del estado operativo del sistema, restringe la detección oportuna de fallas y limita la evaluación precisa del desempeño de los componentes eléctricos involucrados. Esta problemática se manifiesta con mayor incidencia en instalaciones de pequeña escala, donde el control suele realizarse de manera manual o mediante instrumentos locales que exigen la presencia física del usuario, lo que genera dificultades en la gestión, el mantenimiento y el análisis del sistema.

Asimismo, la ausencia de un sistema de monitoreo remoto impide que el usuario disponga de registros históricos de las variables eléctricas, lo que restringe la toma de decisiones técnicas relacionadas con el aprovechamiento de la energía generada, el estado de la batería y el funcionamiento del controlador y del inversor. Ante esta situación, se plantea la necesidad de desarrollar un sistema que permita supervisar de forma remota las variables eléctricas de un sistema de paneles solares, mediante el uso de tecnologías accesibles y de bajo costo, como microcontroladores con conectividad

inalámbrica, que posibiliten la adquisición, el procesamiento y la visualización de la información eléctrica desde un dispositivo remoto.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

Desde la perspectiva académica, el desarrollo del presente trabajo se fundamenta en la posibilidad de aplicar de forma práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la formación en la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica. La implementación de un sistema de monitoreo remoto de variables eléctricas articula contenidos vinculados con electricidad, electrónica, sistemas de generación de energía y el uso de microcontroladores, lo que contribuye al fortalecimiento de las competencias técnicas del estudiante. De igual manera, el proyecto aporta al proceso formativo al incentivar el análisis del funcionamiento real de un sistema fotovoltaico, permitiendo establecer una relación directa entre la teoría y la práctica a través del diseño, la construcción y la evaluación de un sistema operativo.

Desde el enfoque tecnológico, el presente proyecto se justifica por la necesidad de disponer de soluciones que permitan la supervisión y el control de sistemas fotovoltaicos de pequeña escala. La utilización de un microcontrolador ESP32 en conjunto con un sensor de corriente y voltaje posibilita la transmisión remota de datos eléctricos de forma eficiente y accesible. Esta propuesta tecnológica hace posible el monitoreo del sistema en tiempo real, optimiza la gestión de la energía generada y disminuye la dependencia de mediciones manuales, constituyéndose como una alternativa viable para la implementación de sistemas de monitoreo en aplicaciones reales.

Finalmente, el tema del proyecto se encuentra directamente vinculado con la línea de investigación institucional denominada Ingeniería, industria, construcción, urbanismo y arquitectura, dado que aborda la utilización de sistemas de generación de energía renovable y su integración con tecnologías de monitoreo y automatización. El desarrollo de un sistema de monitoreo remoto aplicado a paneles solares aporta al fortalecimiento de soluciones tecnológicas

orientadas al sector energético y a la optimización de sistemas eléctricos empleados en entornos industriales y de infraestructura. De este modo, el proyecto se articula con los objetivos de la línea de investigación institucional, promoviendo la aplicación de la ingeniería y la tecnología para la mejora de sistemas energéticos sostenibles.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Implementar un sistema que permita el monitoreo remoto de las variables eléctricas de un sistema de paneles solares mediante el uso de un microcontrolador ESP32.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

Diseñar el sistema de monitoreo remoto de variables eléctricas, considerando la selección de los componentes eléctricos y electrónicos necesarios para su funcionamiento.

Construir físicamente el sistema de monitoreo, integrando el panel solar, el controlador, la batería, el sensor y el microcontrolador conforme al diseño establecido.

Realizar pruebas de funcionamiento del sistema implementado, con el fin de verificar la correcta adquisición, procesamiento y transmisión de las variables eléctricas monitoreadas.

### **1.4. METODOLOGÍA**

#### **1.4.1. Procedimiento**

Para la ejecución de la propuesta planteada se adoptó un procedimiento estructurado en diferentes etapas, las cuales se encuentran directamente vinculadas con los objetivos específicos definidos para el desarrollo del sistema de monitoreo remoto.

En una primera etapa se realizó el diseño del sistema de monitoreo remoto, donde se definió la arquitectura general del sistema y la función de cada uno de los componentes eléctricos y electrónicos. En esta fase se seleccionaron el panel solar, el controlador de carga, la batería, el inversor, el sensor de corriente y voltaje INA219 y el microcontrolador ESP32. Asimismo, se establecieron las conexiones eléctricas entre los elementos del sistema, considerando las características técnicas de cada componente y los límites de operación, en especial el voltaje máximo soportado por el sensor, determinando su ubicación en la salida del controlador de carga.

En la segunda etapa se desarrolló la construcción física del sistema de monitoreo, llevando a cabo el montaje y la interconexión de los componentes conforme al diseño previamente establecido. El panel solar fue conectado al controlador de carga, desde el cual se efectuó la conexión hacia la batería y el sensor INA219. Posteriormente, el sensor fue integrado al microcontrolador ESP32 para la adquisición de las señales eléctricas, y se configuró la comunicación inalámbrica mediante Wi-Fi para la transmisión de los datos hacia una computadora. Durante esta etapa se verificó la correcta alimentación del sistema y la estabilidad de las conexiones eléctricas.

Finalmente, en la tercera etapa se realizaron las pruebas de funcionamiento del sistema, con el fin de verificar la correcta medición de las variables eléctricas y la transmisión remota de la información. Durante esta fase se evaluó el comportamiento del sistema bajo condiciones normales de operación, comprobando la lectura de voltaje y corriente proporcionada por el sensor y su visualización en el equipo receptor. Los resultados obtenidos permitieron confirmar el adecuado funcionamiento del sistema de monitoreo implementado y su correspondencia con los objetivos establecidos.

## **1.4.2. Técnicas**

### **Técnica de diseño de sistemas eléctricos y electrónicos**

Esta técnica consiste en la planificación y estructuración de un sistema a partir de la definición de sus componentes y la forma en que estos se interconectan para cumplir una función específica (Pacho & Ojeda, 2024). Su aplicación permite asegurar que los elementos eléctricos y electrónicos seleccionados operen dentro de sus parámetros nominales y de manera segura. En el presente proyecto, esta técnica se utilizó durante la etapa de diseño del sistema de monitoreo remoto, donde se definió la arquitectura del sistema fotovoltaico, la ubicación del sensor de medición y la integración del microcontrolador ESP32 con los demás componentes.

### **Técnica de integración de sistemas embebidos**

Esta técnica se basa en la incorporación de microcontroladores dentro de sistemas físicos para la adquisición, procesamiento y transmisión de información (Palomares, 2019). Permite que los datos obtenidos por sensores sean procesados y enviados a otros dispositivos para su visualización o análisis. En este proyecto, la técnica fue aplicada durante la construcción del sistema, mediante la integración del sensor INA219 con el ESP32, permitiendo la lectura de las variables eléctricas y su posterior transmisión a través de una red Wi-Fi hacia una computadora.

### **Técnica de pruebas de funcionamiento y verificación operativa**

Esta técnica tiene como finalidad comprobar que un sistema cumple con las funciones para las cuales fue diseñado, evaluando su comportamiento bajo condiciones normales de operación (Bermúdez y otros). Su uso permite identificar errores de conexión, fallas de lectura o problemas de comunicación. En el desarrollo del proyecto, esta técnica se aplicó en la etapa final, mediante la realización de pruebas de funcionamiento del sistema de monitoreo, verificando la correcta medición de voltaje y corriente, así como la transmisión y visualización remota de los datos.

### **1.4.3. Métodos**

#### **Método descriptivo**

Este método se basa en la observación, descripción y análisis de las características y el comportamiento de un sistema sin modificar deliberadamente sus condiciones de operación (Siavichay, 2018). Su aplicación permite documentar de manera ordenada cómo se estructura y funciona un sistema técnico a partir de sus componentes y conexiones. En el presente proyecto, el método descriptivo se utilizó durante las etapas de diseño y construcción del sistema de monitoreo, permitiendo detallar la configuración del sistema fotovoltaico, la integración de los dispositivos electrónicos y el funcionamiento general del sistema implementado.

#### **Método de pruebas funcionales**

Este método consiste en la verificación del correcto funcionamiento de un sistema mediante la evaluación de sus respuestas ante condiciones normales de operación (Zarria, 2024). Permite comprobar que los componentes cumplen con las funciones para las cuales fueron diseñados y que el sistema opera de manera integrada. En este proyecto, el método de pruebas funcionales se aplicó en la etapa final, donde se realizaron pruebas de medición y transmisión de las variables eléctricas, verificando la lectura de voltaje y corriente, así como la visualización remota de los datos obtenidos por el sistema de monitoreo.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. DEFINICIONES**

#### **Fundamentación teórica del primer componente: Monitoreo remoto de variables eléctricas**

El monitoreo remoto de variables eléctricas se basa en la obtención, envío y visualización de parámetros eléctricos desde un punto de medición hacia un sistema de supervisión situado a distancia. Este tipo de monitoreo permite conocer el comportamiento eléctrico de un sistema en tiempo real o de forma periódica, sin requerir intervención directa en el lugar donde se encuentran instalados los equipos. Entre las variables eléctricas que se supervisan con mayor frecuencia se incluyen el voltaje, la corriente y la potencia, las cuales aportan información relevante sobre el estado operativo del sistema (Bryan, 24).

En los sistemas energéticos actuales, el monitoreo remoto se ha consolidado como una herramienta esencial para el aprovechamiento de la energía, debido a que permite la supervisión continua de los equipos y la identificación de variaciones anómalas en los parámetros eléctricos. Esta práctica resulta particularmente útil en sistemas que operan de manera permanente o que se encuentran ubicados en zonas de difícil acceso, donde la medición manual no resulta práctica ni eficiente.

La implementación del monitoreo remoto se sustenta en el empleo de sensores eléctricos que permiten medir las variables del sistema y transformarlas en señales susceptibles de ser procesadas por dispositivos electrónicos. Estos sensores se integran a microcontroladores responsables de la adquisición de datos, el procesamiento de la información y, a su vez, la transmisión mediante distintos medios de comunicación.

El avance de los microcontroladores con conectividad inalámbrica ha impulsado la expansión del monitoreo remoto, al permitir la transmisión de datos a través de redes Wi-Fi hacia computadoras o plataformas de visualización. Esta capacidad de comunicación posibilita que el usuario acceda a la información del

sistema desde ubicaciones remotas, mejorando el control y la supervisión de los procesos eléctricos, así como la posibilidad de compartir la información con distintos dispositivos (Díaz & Quizhpi, 2023).

Además del monitoreo en tiempo real, estos sistemas posibilitan el almacenamiento de datos históricos, lo que facilita el análisis del comportamiento eléctrico a lo largo del tiempo. La información registrada puede emplearse para evaluar el rendimiento del sistema, identificar fallas recurrentes y respaldar la toma de decisiones técnicas relacionadas con el mantenimiento y la optimización del sistema.

En el ámbito de los sistemas de energía renovable, el monitoreo remoto de variables eléctricas cobra especial importancia, debido a que permite evaluar el desempeño del sistema frente a condiciones variables de operación. La adecuada supervisión de los parámetros eléctricos contribuye a garantizar un funcionamiento seguro y eficiente de los equipos, además de optimizar la gestión de la energía generada (Edinson, 2022).

### **Fundamentación teórica del segundo componente: Paneles solares**

Los paneles solares fotovoltaicos son dispositivos concebidos para transformar la energía de la radiación solar en energía eléctrica mediante el efecto fotovoltaico. Están compuestos por un conjunto de celdas solares que producen corriente continua al ser expuestas a la luz solar, constituyendo el componente fundamental de los sistemas de generación fotovoltaica empleados en diversas aplicaciones.

Cada celda fotovoltaica está elaborada con materiales semiconductores que facilitan la liberación de electrones al recibir energía lumínica. La interconexión de múltiples celdas en serie y en paralelo dentro de un panel permite alcanzar niveles de voltaje y corriente adecuados para su integración en sistemas eléctricos de mayor envergadura (Elvis, 2024).

Los paneles solares integran un sistema fotovoltaico que comprende además otros componentes eléctricos y electrónicos, como controladores de carga, baterías e inversores. Estos elementos posibilitan la regulación, el almacenamiento y la conversión de la energía generada por los paneles, garantizando su aprovechamiento conforme a los requerimientos del sistema.

El rendimiento de los paneles solares está condicionado por diversos factores, entre los que se incluyen la irradiancia solar, la temperatura ambiente y las condiciones de instalación. Por ello, la medición de variables eléctricas como el voltaje y la corriente resulta esencial para evaluar el funcionamiento del sistema y asegurar que los paneles operen dentro de sus parámetros normales (Bueno & Santos, 2022).

En los sistemas fotovoltaicos aislados, los paneles solares posibilitan el suministro de energía eléctrica mediante baterías, en lugares donde no se cuenta con acceso a la red convencional. En este tipo de aplicaciones, resulta imprescindible disponer de mecanismos de supervisión que permitan conocer el estado del sistema y asegurar un uso adecuado de la energía generada y almacenada (Hidalgo & Rosado, 2017).

El empleo de paneles solares favorece el aprovechamiento de fuentes de energía renovable, proporcionando soluciones energéticas sostenibles y disminuyendo la dependencia de fuentes tradicionales. Su integración con sistemas de monitoreo eléctrico permite mejorar el control del sistema fotovoltaico y optimizar su operación de acuerdo con las condiciones reales de funcionamiento.

## **2.2. ANTECEDENTES**

### **Datos de la institución/organización donde se ejecutó el proyecto**

La Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí (ULEAM) es una institución de educación superior pública del Ecuador, creada con el propósito de contribuir a la formación académica, científica y técnica de profesionales comprometidos

con el desarrollo social y productivo del país. La universidad se caracteriza por su enfoque inclusivo y por promover la educación superior como un eje fundamental para el progreso regional, contando con una sede matriz y varias extensiones distribuidas en la provincia de Manabí (Cárdenas & Zambrano, 2025).

La Extensión El Carmen de la ULEAM constituye un espacio académico orientado a brindar oportunidades de educación superior a los habitantes del cantón El Carmen y zonas aledañas. Esta extensión cumple un rol importante en la formación de talento humano, especialmente en carreras técnicas y tecnológicas que responden a las necesidades del contexto local y regional, fortaleciendo el acceso a la educación superior en sectores históricamente alejados de los centros universitarios principales.

Dentro de su oferta académica, la Extensión El Carmen cuenta con la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica, la cual está orientada a la formación de profesionales con competencias técnicas en sistemas eléctricos, electrónicos y mecánicos. Esta carrera busca desarrollar habilidades prácticas mediante el uso de equipos, módulos didácticos y proyectos aplicados, alineados con las demandas del sector productivo y tecnológico.

La institución ha desarrollado diversas actividades académicas y de vinculación con la sociedad, promoviendo proyectos que integran el conocimiento técnico con la solución de problemáticas reales del entorno. Estas iniciativas permiten a los estudiantes aplicar los conocimientos adquiridos en situaciones prácticas, fortaleciendo su formación profesional y su capacidad de análisis técnico (López & Zambrano, 2025).

No obstante, a pesar de los avances institucionales, la Extensión El Carmen presenta limitaciones en cuanto a la disponibilidad de laboratorios especializados, particularmente en el área de energías renovables. La ausencia de espacios dedicados al estudio y práctica de sistemas fotovoltaicos evidencia

la necesidad de desarrollar proyectos técnicos que aporten al fortalecimiento de la infraestructura académica y al aprendizaje práctico de los estudiantes.

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

Antes de la ejecución del presente proyecto, en la Extensión El Carmen de la ULEAM se habían desarrollado algunos trabajos de titulación relacionados con el área de Electromecánica, enfocados principalmente en la elaboración de módulos didácticos para la enseñanza de sistemas eléctricos y energéticos. Estos trabajos buscaban apoyar el proceso de enseñanza–aprendizaje mediante la implementación de recursos prácticos (Espinoza & Mero, 2024).

Entre los antecedentes más cercanos se encuentran tesis orientadas a la construcción de módulos didácticos de sistemas fotovoltaicos básicos, los cuales permitían demostrar el funcionamiento general de un panel solar y su integración con otros elementos del sistema. Estos módulos fueron diseñados con fines educativos, permitiendo la observación directa de los principios de generación de energía solar.

Asimismo, se desarrollaron trabajos relacionados con el almacenamiento de energía mediante baterías, aplicados a sistemas solares de pequeña escala. Estos proyectos contribuyeron a reforzar conceptos básicos sobre acumulación y uso de la energía generada, aunque su alcance se limitó a la funcionalidad básica del sistema sin incorporar herramientas de monitoreo avanzado.

Otro antecedente relevante corresponde a la implementación de sistemas fotovoltaicos con fines didácticos para el suministro de energía a equipos eléctricos básicos dentro del entorno académico. Estos sistemas permitieron aplicar conocimientos de instalación y conexión de paneles solares, controladores e inversores, sin incluir mecanismos de supervisión remota de las variables eléctricas.

A pesar de estos esfuerzos, en la actualidad existen únicamente tres módulos relacionados con sistemas fotovoltaicos que no se encuentran completamente funcionales y no existe un laboratorio específico dedicado al estudio o realización de prácticas de sistemas de energía solar. Además, ninguno de los trabajos previos incorporó sistemas de monitoreo remoto de variables eléctricas, lo que evidencia la necesidad de desarrollar un proyecto que fortalezca este aspecto técnico y académico dentro de la institución.

### **2.3. TRABAJOS RELACIONADOS**

En Europa, específicamente en España, se ha desarrollado investigación que integra tecnologías del Internet de las Cosas (IoT) con sistemas de monitoreo para aplicaciones agrícolas inteligentes. Un ejemplo de ello es el trabajo Sistema de monitorización y control remoto de las condiciones de cultivo para un invernadero con tecnología IoT y energía solar, realizado en la Universidad Loyola, que implementa sensores y dispositivos conectados para la supervisión remota de variables ambientales en un invernadero alimentado con energía solar y tecnología IoT. Este estudio demuestra la aplicabilidad de soluciones tecnológicas avanzadas para recolectar, transmitir y visualizar datos en tiempo real, contribuyendo así a la optimización y sostenibilidad de procesos agrícolas en entornos reales fuera de América Latina (Vilariño, 2023).

En la ciudad de Lima, Perú se desarrolló el Proyecto de título “Diseño e implementación de un sistema de monitoreo de parámetros eléctricos para la evaluación del rendimiento energético de sistemas fotovoltaicos conectados a red” se han realizado instalaciones fotovoltaicas en distintas regiones del Perú y, junto con ellas, se han instalado sistemas de monitoreo que adquieren parámetros meteorológicos de primer orden (irradiancia y temperatura del módulo FV) que afectan a la productividad de los sistemas fotovoltaicos conectados a red (SFCR), Los datos del nuevo sistema se monitorearán de manera continua en tiempo real y las variables serán registradas tanto de manera local en un computador así como en una plataforma en la nube que cumple con

el concepto de Internet de las Cosas (IoT). El objetivo deseado es que el sistema mida correctamente para que pueda ser empleado en el monitoreo de diferentes sistemas fotovoltaicos conectados a red (Zamudio, 2023).

Este proyecto integrador desarrolló e implementó una red de sensores inalámbricos para el monitoreo de la radiación solar en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí — extensión Chone. El sistema permitió la recolección eficiente de datos en tiempo real sobre radiación solar, fortaleciendo la toma de decisiones sostenibles y la gestión energética mediante tecnologías IoT (Jean & Edwin, 2025).

En la provincia de Manabí, en el canto de Jipijapa, se desarrolló el proyecto titulado “Análisis de potencial energético para la implementación de paneles solares en el cantón Jipijapa”. La producción de electricidad mediante el empleo de la energía solar fotovoltaica a partir de la radiación electromagnética se ha convertido en una de las fuentes principales de energía renovable para contrarrestar los efectos del calentamiento global, al tratarse de un recurso prácticamente ilimitado que no emite gases de efecto invernadero y se encuentra disponible en todo el globo, es indispensable identificar las zonas geográficas cuyo potencial solar es adecuado para su aprovechamiento a pequeña y gran escala. La instalación de un sistema fotovoltaico a pequeña escala para evaluar el sistema de generación basado en paneles solares y aprovecharlo como fuente de energía eléctrica sostenible (Guerrero & Neira, 2023).

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

### **3.1. DESARROLLO**

En esta sección se expone el desarrollo e implementación práctica del sistema de monitoreo remoto de variables eléctricas en paneles solares, propuesto como solución al problema identificado en el Capítulo I. Se describe el procedimiento seguido para alcanzar los objetivos específicos, abarcando el diseño del sistema, su construcción física y la realización de las pruebas de

funcionamiento. De igual manera, se presentan los aspectos técnicos relevantes relacionados con la integración de los componentes eléctricos y electrónicos, así como los recursos utilizados durante la ejecución del proyecto. Los resultados obtenidos a partir de la implementación del sistema se muestran en la sección siguiente, lo que permite verificar el cumplimiento de los objetivos planteados.

### **3.1.1. Descripción de la propuesta**

#### **Descripción del Objetivo Específico 1: Diseñar el sistema de monitoreo remoto**

En esta sección se detalla el desarrollo e implementación práctica del sistema de monitoreo remoto de variables eléctricas en paneles solares, planteado como solución al problema identificado en el Capítulo I. Se describe el procedimiento seguido para cumplir con los objetivos específicos, incluyendo el diseño del sistema, su construcción física y la ejecución de las pruebas de funcionamiento. Asimismo, se exponen los aspectos técnicos más relevantes relacionados con la integración de los componentes eléctricos y electrónicos, así como los recursos empleados durante la realización del proyecto. Los resultados obtenidos tras la implementación del sistema se presentan en la sección siguiente, permitiendo corroborar el cumplimiento de los objetivos planteados. Este diseño posibilitó la estructuración de un sistema funcional enfocado en el monitoreo remoto de las variables eléctricas.

#### **Descripción del Objetivo Específico 2: Construir el sistema de monitoreo en físico**

La construcción del sistema de monitoreo implicó el montaje físico y la interconexión de los componentes definidos en la etapa de diseño. El panel solar se conectó al controlador de carga, desde el cual se establecieron las conexiones hacia la batería y el sensor de medición. El sensor INA219 se integró a la salida del controlador y se vinculó al microcontrolador ESP32, posibilitando la adquisición de las señales de voltaje y corriente. Posteriormente, se configuró la alimentación del sistema y se verificó la correcta conexión de cada componente.

Esta etapa permitió materializar el diseño propuesto, asegurando la estabilidad eléctrica y el adecuado funcionamiento del conjunto de dispositivos.

### **Descripción del Objetivo Específico 3: Realizar pruebas de funcionamiento**

Las pruebas de funcionamiento se llevaron a cabo con el propósito de verificar la correcta operación del sistema de monitoreo remoto implementado. Durante esta etapa se evaluó la lectura de las variables eléctricas obtenidas por el sensor y su procesamiento por el microcontrolador ESP32. De igual manera, se comprobó la transmisión de los datos a través de la conexión inalámbrica hacia una computadora, donde se visualizaron las mediciones registradas. Estas pruebas permitieron observar el comportamiento del sistema bajo condiciones normales de operación y confirmar que las variables eléctricas eran adquiridas y transmitidas de manera adecuada. De este modo, se validó el cumplimiento de los objetivos planteados y la funcionalidad del sistema desarrollado.

#### **3.1.2. Etapas**

##### **Etapas 1: Actividades realizadas para cumplir el Objetivo Específico 1**

En esta etapa se llevaron a cabo las actividades relacionadas con el diseño del sistema de monitoreo remoto de variables eléctricas. Se realizó un análisis de las características técnicas de los componentes del sistema fotovoltaico y de los dispositivos electrónicos a utilizar, con el objetivo de garantizar su compatibilidad. Posteriormente, se definió la arquitectura general del sistema, estableciendo la interconexión entre el panel solar, el controlador de carga, la batería, el inversor, el sensor INA219 y el microcontrolador ESP32. De igual manera, se evaluó la ubicación del sensor de medición, considerando los límites de voltaje permitidos, y se elaboró el esquema de conexión eléctrica y de comunicación, el cual sirvió como referencia para la construcción del sistema.

## **Etapa 2: Actividades realizadas para cumplir el Objetivo Específico 2**

Durante esta etapa se llevaron a cabo las actividades correspondientes a la construcción física del sistema de monitoreo. Se procedió al montaje de los componentes eléctricos y electrónicos siguiendo el diseño definido en la etapa anterior. El panel solar se conectó al controlador de carga, estableciéndose las conexiones hacia la batería y el sensor de medición. Posteriormente, el sensor INA219 se integró al microcontrolador ESP32 para la adquisición de las variables eléctricas. Asimismo, se realizó la configuración básica del microcontrolador y su alimentación, verificando la continuidad eléctrica y la estabilidad de las conexiones. Esta fase permitió ensamblar el sistema completo y dejarlo listo para las pruebas de funcionamiento.

## **Etapa 3: Actividades realizadas para cumplir el Objetivo Específico 3**

En la etapa final se ejecutaron las actividades relacionadas con las pruebas de funcionamiento del sistema de monitoreo remoto. Se realizaron verificaciones del encendido y operación del sistema fotovoltaico, comprobando la lectura de voltaje y corriente proporcionada por el sensor. Asimismo, se evaluó la comunicación inalámbrica del microcontrolador ESP32, verificando la transmisión de los datos hacia la computadora para su visualización. Durante estas pruebas se observó el comportamiento del sistema bajo condiciones normales de operación, lo que permitió identificar posibles ajustes en las conexiones o en la configuración. Los resultados obtenidos confirmaron el correcto funcionamiento del sistema y el cumplimiento de los objetivos planteados.

### **3.1.3. Presupuesto**

**Tabla 1.**  
*Presupuesto*

<b>Ítem</b>	<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario (USD)</b>	<b>Precio total (USD)</b>
-------------	-----------------	-----------------	--------------------------------------	-------------------------------

1.	Panel solar	1	\$35	\$35
2.	Regulador de carga solar	1	\$25	\$25
3.	Batería de moto	1	\$25	\$25
4.	Power Inverter	1	\$35	\$35
5.	Canaleta para cables	1	\$3	\$3
6.	Cables gemelos	3 metros	\$1.20	\$3,60
7.	Microcontrolador ESP32	1	\$20	\$20
8.	Protoboard	2	\$3	\$6
9.	Sensor INA219	1	\$8	\$8
10.	Breaker	1	\$7.50	\$7,50
11.	Cable Protoboard macho-macho	1	\$0.10	\$0,10
12.	Cable Protoboard macho-hembra	4	\$0.10	\$0,40
13.	Pleibo 2cm	1	\$15	\$15
14.	Cable USB	1	\$3	\$3
15.	Esquinero metálico	Medio metro	\$1.50	\$1,50
16.	Disco de cortar madera	1	\$2	\$2

17.	Disco de pulir madera	1	\$2	\$2
18.	Tornillo	25	\$0.03	\$0,75
19.	Tornillo estrella con cabeza	10	\$0.05	\$0,50
20.	Tuerca	10	\$0.05	\$0,50
21.	Clavos pequeños	5	\$0.03	\$0,15
22.	Bisagras	2	\$3	\$6
23.	Broca	2	\$1	\$2
24.	Manijón Barral	1	\$5	\$5
<b>Total</b>				\$207,00

### 3.2. RESULTADOS

#### **Resultados del Objetivo Específico 1: Diseño del sistema de monitoreo remoto**

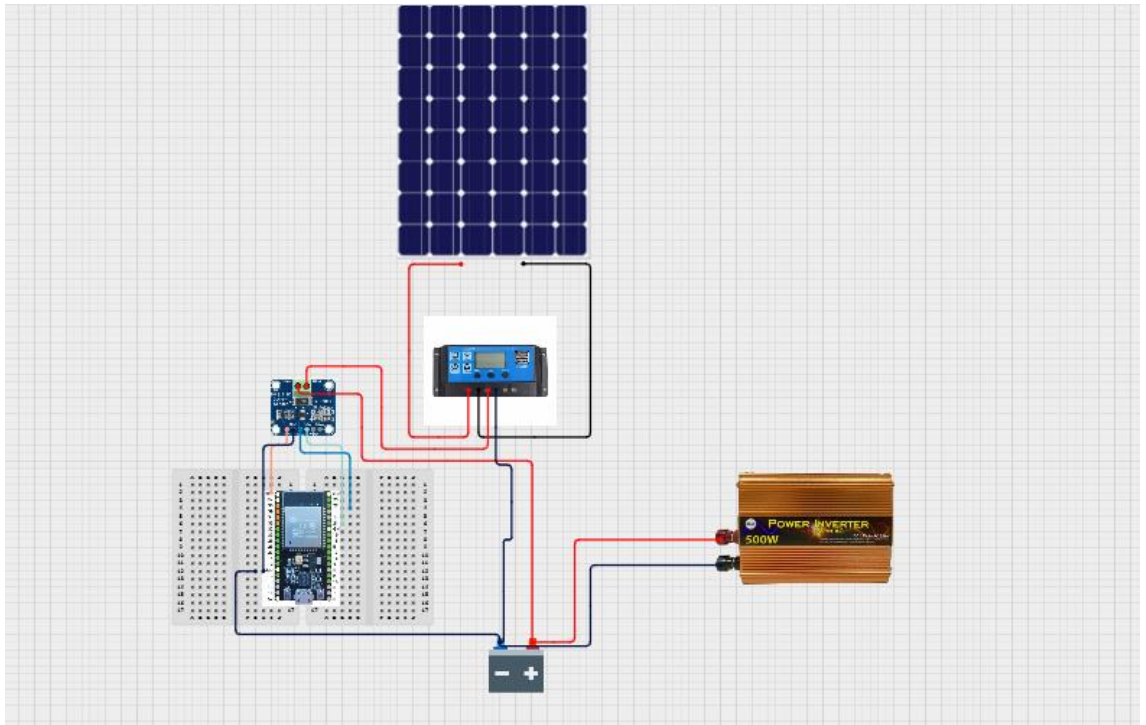
Como resultado del primer objetivo específico, se consiguió definir de manera clara y estructurada el diseño del sistema de monitoreo remoto de variables eléctricas para paneles solares. Se estableció una arquitectura funcional que integra el panel solar, el controlador de carga, la batería, el inversor, el sensor de medición y el microcontrolador ESP32, garantizando la compatibilidad eléctrica y electrónica entre los componentes. Este diseño permitió visualizar el flujo de energía y de datos dentro del sistema.

Adicionalmente, se elaboró un esquema de conexiones eléctricas y de comunicación que facilitó la correcta ubicación del sensor de medición dentro del sistema. Este esquema permitió identificar los puntos exactos para la medición

de voltaje y corriente, asegurando lecturas seguras y confiables. Los resultados obtenidos se respaldan mediante diagramas eléctricos y tablas descriptivas de los componentes utilizados, así como de sus características técnicas.

**Ilustración 1.**

*Simulación del sistema de monitoreo remoto utilizando Cirkuit Designer.*



Finalmente, el diseño del sistema funcionó como base para las etapas posteriores del proyecto, contribuyendo a minimizar errores durante el montaje físico. La claridad del diseño permitió anticipar posibles fallas y optimizar el uso de los recursos disponibles. Los resultados de esta fase se evidencian mediante imágenes del diseño esquemático y gráficos que ilustran la interconexión de los elementos del sistema.

## Resultados del Objetivo Específico 2: Construcción del sistema de monitoreo

### *Ilustración 2.*

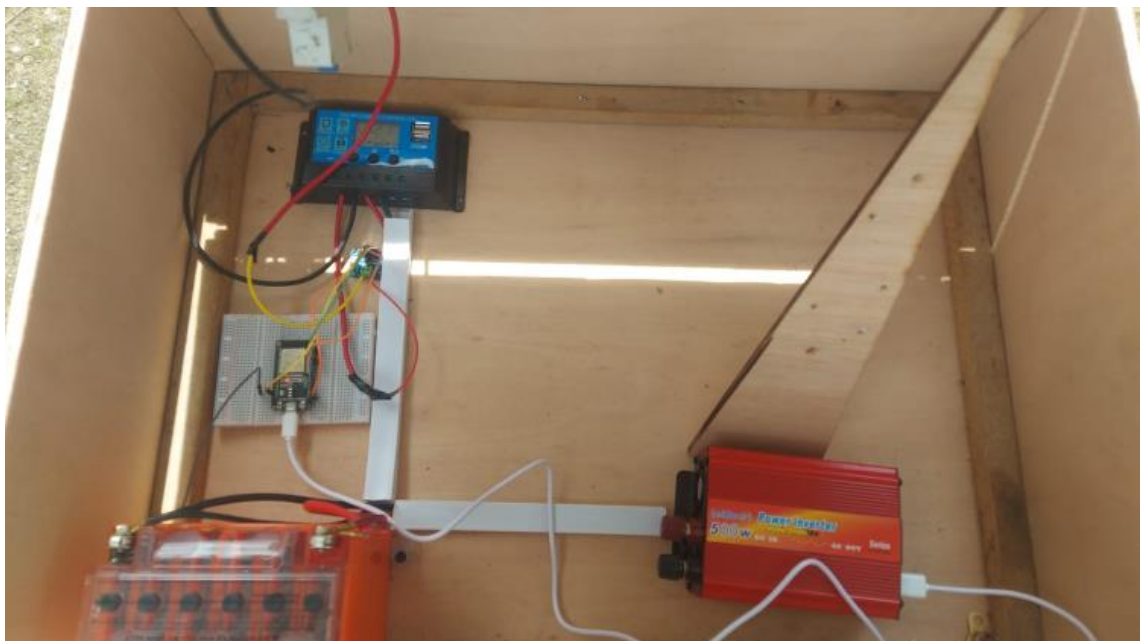
Módulo del panel solar exterior



En relación con el segundo objetivo específico, se consiguió la construcción física del sistema de monitoreo remoto de acuerdo con el diseño establecido. Los componentes eléctricos y electrónicos fueron ensamblados correctamente, respetando las conexiones definidas en la etapa de diseño. El sistema quedó completamente integrado, permitiendo el flujo adecuado de energía desde el panel solar hacia la batería y el inversor.

Asimismo, el sensor de medición fue instalado correctamente y conectado al microcontrolador ESP32, posibilitando la adquisición de las variables eléctricas del sistema. Se comprobó la estabilidad de las conexiones y la adecuada alimentación del microcontrolador, lo que aseguró el funcionamiento continuo del sistema. Estos resultados se respaldan mediante imágenes del montaje físico y tablas que detallan la conexión de cada componente.

**Ilustración 3.**  
Sistema didáctico



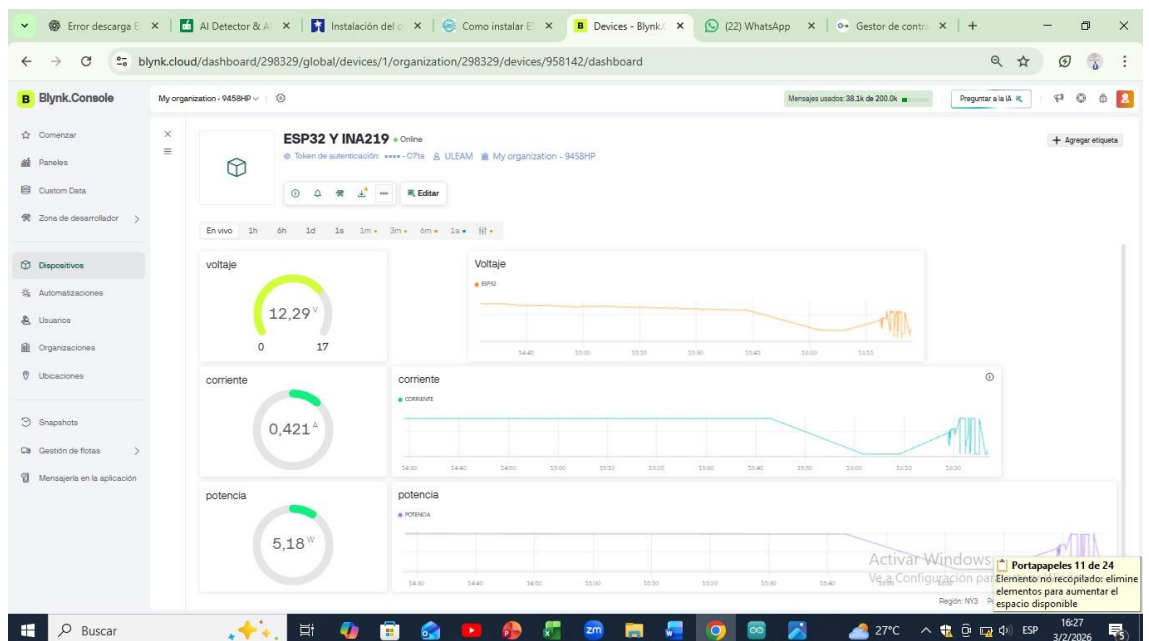
Finalmente, la construcción del sistema permitió disponer de un prototipo funcional de monitoreo, reconocible y replicable para futuras prácticas académicas. El ensamblaje físico evidenció la viabilidad técnica del proyecto y su adecuación al entorno educativo. Los resultados obtenidos se respaldan mediante fotografías del sistema ensamblado y esquemas comparativos entre el diseño inicial y el montaje final.

## Resultados del Objetivo Específico 3: Pruebas de funcionamiento del sistema

Como resultado del tercer objetivo específico, se llevaron a cabo pruebas de funcionamiento que permitieron verificar la correcta operación del sistema de monitoreo remoto. Se obtuvieron lecturas de las variables eléctricas, como voltaje y corriente, provenientes del sistema fotovoltaico, mostrando valores coherentes con las condiciones reales de operación. Estas mediciones confirmaron el adecuado desempeño del sensor y del microcontrolador.

### **Ilustración 4.**

Control de monitoreo con la página Blynk.Console



Además, se comprobó la transmisión de los datos obtenidos hacia la interfaz de visualización mediante la conexión inalámbrica del microcontrolador ESP32. Los datos se mostraron de manera continua, lo que permitió observar el comportamiento del sistema en tiempo real. Los resultados de estas pruebas se respaldan mediante tablas de valores registrados y gráficos que representan la variación de las variables eléctricas medidas.

Finalmente, las pruebas realizadas permitieron validar el cumplimiento del objetivo general del proyecto, demostrando que el sistema es capaz de monitorear de manera remota las variables eléctricas de un panel solar. El análisis de los resultados evidenció que el sistema es estable y funcional, lo cual se respalda mediante capturas de pantalla, gráficos de medición y registros de datos obtenidos durante las pruebas.

**Ilustración 5.**  
Monitoreo a través del celular con Blynk IoT



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

### **4.1. CONCLUSIONES**

En relación con el primer objetivo específico, se concluye que sí se cumplió, ya que se logró diseñar de manera estructurada y funcional el sistema de monitoreo remoto de variables eléctricas para un sistema de paneles solares. El diseño permitió definir correctamente la arquitectura del sistema, la interconexión de los componentes y los puntos de medición, sirviendo como base técnica sólida para la construcción e implementación del proyecto.

Respecto al segundo objetivo específico, se concluye que sí se cumplió, debido a que el sistema de monitoreo fue construido físicamente conforme al diseño planteado. Los componentes eléctricos y electrónicos fueron ensamblados correctamente, logrando un prototipo funcional que integra el ESP32 y los dispositivos de medición, lo cual permitió materializar la propuesta planteada en el proyecto.

Finalmente, en cuanto al tercer objetivo específico, se concluye que sí se cumplió, puesto que se realizaron pruebas de funcionamiento que evidenciaron la correcta operación del sistema. Las pruebas permitieron verificar la lectura y monitoreo remoto de las variables eléctricas, confirmando la estabilidad y confiabilidad del sistema desarrollado y validando el cumplimiento del objetivo general del proyecto.

### **4.2. RECOMENDACIONES**

Se recomienda a los estudiantes y docentes de la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica realizar revisiones periódicas al sistema de monitoreo implementado, verificando el estado de las conexiones eléctricas y electrónicas, con el fin de garantizar lecturas confiables y un funcionamiento seguro durante su uso académico o práctico.

Se recomienda a la institución educativa considerar la implementación de un espacio destinado al estudio y práctica de sistemas fotovoltaicos, donde el sistema desarrollado pueda ser utilizado como módulo didáctico, permitiendo su

aprovechamiento en actividades de enseñanza, demostraciones técnicas y futuros proyectos académicos.

Se recomienda a los usuarios del sistema proteger los componentes electrónicos, especialmente el ESP32 y el sensor de medición, mediante gabinetes adecuados que eviten la exposición a humedad, polvo o variaciones extremas de temperatura, lo cual contribuirá a prolongar la vida útil del sistema.

Finalmente, se recomienda a futuros proyectos o trabajos relacionados ampliar el sistema de monitoreo incorporando nuevas variables o funcionalidades, como el registro histórico de datos o la integración con plataformas web, siempre respetando las especificaciones técnicas de los componentes y las condiciones reales de operación del sistema fotovoltaico.

## BIBLIOGRAFÍA

- Barragán, J., Silva, J., Garcés, C., Jaramillo, O., Hoyos, F., & Bravo, L. (2022). Sistema de Monitoreo de Señales Eléctricas y Control Automático para Eficiencia Energética con Integración IoT. *REVISTA PRODUCCIÓN + LIMPIA*, 53-71.
- Bermúdez, M., Galarza, K., Larrea, J., & Avilés, M. (s.f.). SISTEMA DE DETECCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE FALLAS EN REDES LAN COMO ALTERNATIVA DE TOMA DE DECISIONES DE LOS ADMINISTRADORES DE RED. *RETOS Y PERSPECTIVAS DE LAS TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN*, 95-113.
- Bryan, P. (Marzo de 24). *Repositorio Institucional UPS*. Universidad Politécnica Salesiana: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27496>
- Buenaventura, K., & Villamar, W. (2022). *Repositorio de la ESPOL*. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/57060/1/T-112962%20BUENAVENTURA%20-%20VILLAMAR.pdf>
- Bueno, J., & Santos, L. (08 de Marzo de 2022). *Repositorio Institucional UPS*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22823/1/UPS-GT003839.pdf>
- Cárdenas, D., & Zambrano, J. (2025). *Repositorio Digital ULEAM*. <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/7526/1/ULEAM-ELECTM-004.pdf>
- Díaz, A., & Quizhpi, J. (10 de Marzo de 2023). *Repositorio Institucional UPS*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24640/1/UPS-CT010440.pdf>
- Edinson, C. (2022). *Repositorio Institucional UPS*. Repositorio Institucional UPS: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21949>
- Elvis, T. (08 de 02 de 2024). *Repositorio: Repositorio Digital*. Universidad Técnica del Norte (UTN): <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/15669/2/04%20MEL%20227%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Espinoza, S., & Mero, L. (2024). *Repositorio Digital ULEAM*. <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/7532/1/ULEAM-ELECTM-010.pdf>
- Guerrero, M., & Neira, D. (23 de 02 de 2023). *Repositorio Digital UNESUM*. Universidad Estatal del Sur de Manabí: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/4867>

- Hidalgo, F., & Rosado, L. (Marzo de 2017). *Repositorio Digital ULEAM*.  
<https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/653/1/ULEAM-IEL-0019.pdf>
- Jean, C., & Edwin, V. (2025). *Repositorio Digital ULEAM*. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí:  
[https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/9547?utm\\_source=chatgpt.com](https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/9547?utm_source=chatgpt.com)
- López, K., & Zambrano, J. (Enero de 2025). *Repositorio Digital ULEAM*.  
<https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/7536/1/ULEAM-ELECTM-014.pdf>
- Pacho, G., & Ojeda, J. (28 de Febrero de 2024). *Repositorio Institucional UPS*.  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/27516/1/UPS-GT005006.pdf>
- Palomares, J. (2019). *Repositorio Digital de la Universidad de La Salle*.  
<https://ciencia.lasalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/5deda582-3396-4aa1-8331-7a7038236f7f/content>
- Siavichay, L. (Febrero de 2018). *Repositorio Institucional UPS*.  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15457/1/UPS-CT007593.pdf>
- Tumbaco, K., & Pantaleón, K. (24 de Febrero de 2023). *Repositorio Institucional UPS*. Universidad Politécnica Salesiana:  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24665/1/UPS-GT004259.pdf>
- Vilariño, I. (2023). *Repositorio Institucional Universidad Loyola*.  
[https://repositorio.uloyola.es/handle/20.500.12412/4273?utm\\_source=chatgpt.com](https://repositorio.uloyola.es/handle/20.500.12412/4273?utm_source=chatgpt.com)
- Zamudio, M. (10 de 11 de 2023). *Repositorio de Tesis PUCP*. Pontificia Universidad Católica del Perú: [https://tesis.pucp.edu.pe/items/a2d19736-1e67-499a-bcad-e6819674a7db/full?utm\\_source=chatgpt.com](https://tesis.pucp.edu.pe/items/a2d19736-1e67-499a-bcad-e6819674a7db/full?utm_source=chatgpt.com)
- Zarria, E. (18 de Febrero de 2024). *Repositorio DSpace ESPOL*.  
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/66050/1/T-115321%20INGE-2631%20ZARRIA%20TOTOY%20EDWIN.pdf>

## ANEXOS

### ***Ilustración 6.***

Cortando la estructura donde va ubicada la tesis



### ***Ilustración 7.***

Haciendo orificios para ubicar las bisagras



***Ilustración 8.***

Ubicando breaker 3 Am de protección al panel

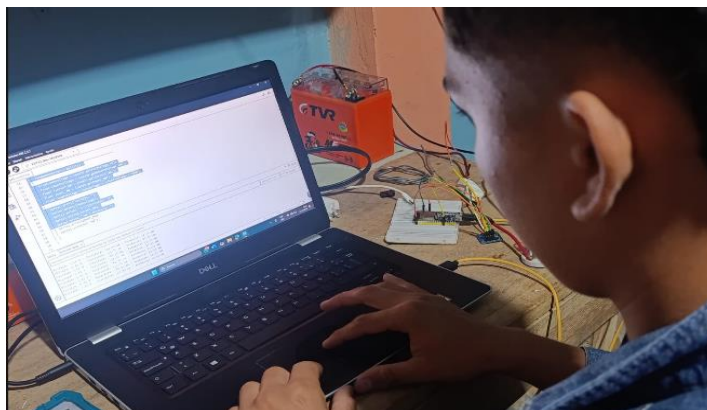


***Ilustración 9.***

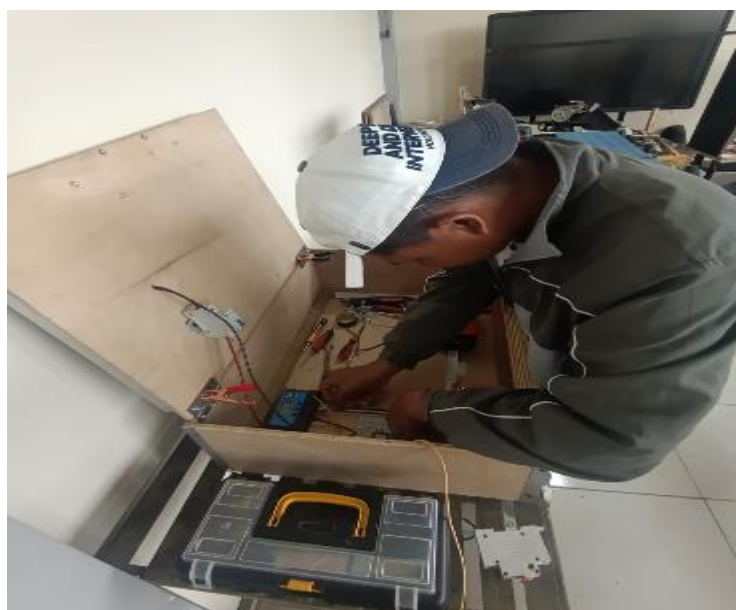
Verificando los materiales que estén funcionando correctamente



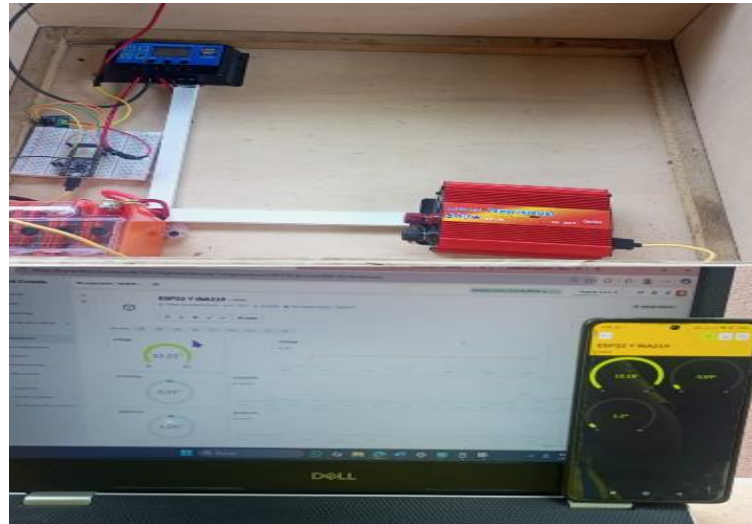
**Ilustración 10.**  
Programando el sistema de monitoreo remoto con Arduino ID



**Ilustración 11.**  
Organización del cableado



**Ilustración 12.**  
Monitoreo a través de Wifi



**Ilustración 13.**  
Análisis de monitoreo con Blynk IoT



# José Zambrano - Rudy Cheme - copia

**7%**  
Textos sospechosos

**6% Similitudes**  
< 1% similitudes entre comillas  
0% entre las fuentes mencionadas  
**< 1% Idiomas no reconocidos**  
**45% Textos potencialmente generados por IA (ignorados)**

Nombre del documento: José Zambrano - Rudy Cheme - copia.docx  
ID del documento: 070868e9650b2cae363627eda62474704a2d915  
Tamaño del documento original: 1,23 MB

Depositante: RENE FERNANDO LOPEZ BARBERAN  
Fecha de depósito: 4/2/2026  
Tipo de carga: Interface  
fecha de fin de análisis: 4/2/2026

Número de palabras: 6114  
Número de caracteres: 42.323

Ubicación de las similitudes en el documento:



## Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<a href="https://tesis.pucp.edu.pe/">tesis.pucp.edu.pe</a>   Diseño e implementación de un sistema de monitoreo de pa... <a href="https://tesis.pucp.edu.pe/items/a2d19736-1e67-499a-brad-e6819674a7db">https://tesis.pucp.edu.pe/items/a2d19736-1e67-499a-brad-e6819674a7db</a>	2%		Palabras idénticas: 2% (135 palabras)
2	library.co   ANÁLISIS DE POTENCIAL ENERGÉTICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN D... <a href="https://library.co/document/21d595we-analisis-potencial-energetico-implementacion-panele...">https://library.co/document/21d595we-analisis-potencial-energetico-implementacion-panele...</a> 2 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (119 palabras)
3	Tesis Alex-Sebastian.docx   Tesis Alex-Sebastian #b225e Viene de de mi grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (37 palabras)
4	MENDOZA ZAMBRANO.pdf   MENDOZA ZAMBRANO #c6fb9 Viene de de mi grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (30 palabras)

## Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	ANTREPROYECTO CHAVARRIA Y VALENCIA 2.0 (1).docx   ANTREPROYEC... #d3161f Viene de de mi grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
2	TESIS 3.0.docx   TESIS 3.0 #2f293f Viene de de mi grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (18 palabras)
3	Documento de otro usuario #b0cea1 Viene de de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (14 palabras)
4	Tesis Steven-Anthony.docx   Tesis Steven-Anthony #4805e2 Viene de de mi grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)
5	Documento de otro usuario #52b211 Viene de de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)