



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

### **Título:**

Implementación de un Sistema de Almacenamiento de Energía con Baterías para pico de Demanda.

### **Autor:**

José Jacinto García Intríago.

### **Tutor**

Ing. Jimmy Arturo Zambrano Loor, Mg.

### **Unidad Académica:**

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

### **Carrera:**

Explotación y Mantenimiento de Equipos Biomédicos..

**Tosagua, Agosto 2025.**

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

Ing. Jimmy Arturo Zambrano Loor, Mg.; docente de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica Educación Virtual y Otras Modalidades de Estudio, en calidad de Tutor

### **CERTIFICO:**

Que el presente proyecto integrador con el título: "Implementación de un Sistema de Almacenamiento de Energía con Baterías para pico de Demanda." ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, está listo para su presentación y apto para su defensa.

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

**José Jacinto García Intríago.**

Siendo de su exclusiva responsabilidad.

Tosagua, Agosto 2025.



Ing. Jimmy Arturo Zambrano Loor, Mg.

**TUTOR**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Quien suscribe la presente:

**José Jacinto García Intriago.**

Estudiante(s) de la Carrera de **Explotación y Mantenimiento de Equipos Biomédicos.**, declaro(amos) bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: “Implementación de un Sistema de Almacenamiento de Energía con Baterías para pico de Demanda.”, previa a la obtención del Título de Tecnólogo Superior en Explotación de Mantenimiento en Equipos Biomédico , es de autoría propia y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros y consultando las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

**Tosagua, Agosto 2025**



The image shows a handwritten signature in blue ink. The signature reads "José Jacinto García Intriago" and is written in a cursive, fluid style.

**José Jacinto García Intriago.**



**Uleam**  
UNIVERSIDAD LAICA  
ELOY ALFARO DE MANABÍ

### APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado: "Implementación de un Sistema de Almacenamiento de Energía con Baterías para pico de Demanda." de su autor: José Jacinto García Intriago de la Carrera **"Explotación y Mantenimiento de Equipos Biomédicos."**, y como Tutor del Trabajo el Ing. Jimmy Arturo Zambrano Loor, Mg.

Ing. Andrés Gozoso Andrade García, MBA.  
DIRECTOR

Tosagua, Agosto 2025

Ing. Jimmy Arturo Zambrano Loor, Mg.  
TUTOR

  
Tniga. Janelia Alejandra Mendoza Santander  
PRIMER MIEMBRO TRIBUNAL  
Lcda. Angélica Lisbeth Zambrano Rivas  
SEGUNDO MIEMBRO TRIBUNAL

Lic. Fátima Saldarriaga Santana, Mg.  
SECRETARIA

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco con profunda gratitud a Dios y a Mis Padres por ser mi luz y guía a lo largo de mi vida.

Agradezco a mi Familia, Esposa e Hija por ser la fuente de mi inspiración.

Agradezco con profunda gratitud a la Uleam campus Tosagua por haberme acogido a lo largo de este camino estudiantil, a mi Tutor el Ing. Jimmy Zambrano por su apoyo incondicional mi gratitud para Ud.

JOSÉ GARCÍA INTRIAGO

## **DEDICATORIA**

Dedico con mucho amor, cariño y respeto este logro a Dios a mis Padres y mi hija.

JOSÉ GARCÍA INTRIAGO

## **RESUMEN**

Este trabajo presenta la implementación de un Sistema de Almacenamiento de Energía con Baterías (BESS) para mitigar los picos de demanda en el taller de prácticas de la UNITEV campus Tosagua, en donde el propósito principal fue garantizar un suministro eléctrico continuo y estable en equipos electrónicos y biomédicos, cuya operatividad depende de energía limpia y confiable. La metodología se basó en un análisis cualitativo y documental, complementado con la evaluación técnica de distintas tecnologías de almacenamiento. Tras comparar alternativas, se determinó que las baterías de litio ferro fosfato (LiFePO4) ofrecen la mayor eficiencia, seguridad térmica, bajo mantenimiento y compatibilidad con espacios cerrados, superando a tecnologías convencionales como plomo-ácido, de esta manera, la propuesta incluyó el diseño, dimensionamiento, cronograma de instalación y pruebas de funcionamiento, lo que permitió validar la viabilidad técnica y académica del sistema, así se concluyó que los BESS constituyen una solución estratégica para fortalecer la continuidad operativa, reducir riesgos en equipos críticos, impulsar la sostenibilidad y apoyar los procesos de enseñanza-aprendizaje en la educación superior tecnológica.

## **PALABRAS CLAVE**

Almacenamiento de energía, baterías, LiFePO4, estabilidad eléctrica, sostenibilidad.

## **ABSTRACT**

This study presents the implementation of a **Battery Energy Storage System (BESS)** to mitigate demand peaks in the practice workshop at UNITEV Tosagua campus. The main objective was to ensure a continuous and stable power supply for electronic and biomedical equipment, whose operation relies on clean and reliable energy. The methodology was based on a qualitative and documentary analysis, complemented by the technical evaluation of different storage technologies. After comparing alternatives, it was determined that **lithium iron phosphate (LiFePO<sub>4</sub>) batteries** offer the highest efficiency, thermal safety, low maintenance, and compatibility with indoor environments, outperforming conventional technologies such as lead-acid. The proposal included the design, sizing, installation schedule, and functional tests, which validated the technical and academic feasibility of the system. It is concluded that BESS represents a strategic solution to strengthen operational continuity, reduce risks in critical equipment, promote sustainability, and support teaching and learning processes in higher technical education.

## **KEYWORDS**

Energy storage, batteries, LiFePO<sub>4</sub>, electrical stability, sustainability.

## ÍNDICE

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR .....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
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 .....	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos.....	4
1.4. METODOLOGÍA.....	5
1.4.1. Procedimiento.....	5
1.4.2. Técnicas.....	6
1.4.3. Métodos .....	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	7
2.1. DEFINICIONES .....	7
2.2.1 Sistemas de Almacenamiento de Energía.....	7
2.2.2 Descripción de tecnologías de sistemas de almacenamiento de energía y sus aplicaciones.....	7
<b>2.3 Sistemas de almacenamiento de energía en baterías.....</b>	<b>8</b>
2.3.1 Descripción tecnológica.....	8
2.4 Elementos que integran un sistema de almacenamiento de energía con baterías a gran escala. ....	9

2.4.1 Baterías .....	9
2.4.2 Conversor .....	9
2.4.3 Sistema de gestión de baterías.....	9
2.4.4 Controlador .....	9
2.4.5 Sistema de protección.....	10
2.4.6 Transformador.....	10
2.4.7 Obras civiles adicionales. ....	10
2.5 Sistemas de almacenamiento de energía. ....	10
2.2. ANTECEDENTES.....	11
2.3. TRABAJOS RELACIONADOS.....	12
CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....	13
3.1. OBJETIVO 1 .....	13
3.2. OBJETIVO 2 .....	15
3.3. OBJETIVO 3 .....	17
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	19
4.1. CONCLUSIONES .....	19
4.2. RECOMENDACIONES .....	20
BIBLIOGRAFÍA.....	21
ANEXOS .....	22

## **ÍNDICE DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 1 .....	8
Ilustración 2 .....	10
Ilustración 3 .....	16
Ilustración 4 .....	18

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1 .....	13
Tabla 2 .....	16

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Los sistemas de almacenamiento de energía con baterías (BESS, por sus siglas en inglés) son una tecnología que permite almacenar energía eléctrica en forma química para liberarla cuando sea necesario, ya que estos sistemas ofrecen una solución para controlar, respaldar y asistir ante diversas perturbaciones del sistema nacional interconectado, así estos sistemas pueden implementarse como almacenamiento de energía proveniente de fuentes intermitentes (eólica, solar), con el fin de reducir los picos de demanda, tener un suministro de energía de respaldo y la mejora de la estabilidad de la red, además, la aplicación de sistemas de almacenamiento de energía en baterías puede contribuir a la disminución de emisiones de CO<sub>2</sub>, al favorecer el menor consumo de energías no renovables, como los derivados del petróleo.

La relación entre los sistemas de almacenamiento de energías con baterías es fundamental para el desarrollo de dispositivos médicos portátiles, contribuyendo a la mejora de la atención médica y la reducción del impacto ambiental, como también la dependencia de la red eléctrica.

El Sistema Nacional Interconectado ecuatoriano (SNI) no dispone de estos sistemas, debido a esto, el estudio técnico sobre la aplicación de estos modelos, puede proporcionar información significativa para comprender posibles soluciones a las deficiencias identificadas en los procesos de generación y transmisión.

En este proyecto aplicamos los conocimientos adquiridos en las aulas como electrónica y el uso de componentes electrónicos, al desarrollar proyectos vinculados con la carrera de Explotación y Mantenimiento de Equipos Biomédicos, ya que estos sistemas nos permiten comprobar su similitud con diferentes equipos médicos propios de esta especialidad.

## **1.1. PROBLEMA**

Carencia de un sistema de almacenamiento de energía con batería para picos de demanda en los equipos electrónicos del taller de práctica de la UNITEV Tosagua.

La instalación de un sistema de almacenamiento de baterías permite que los equipos electrónicos operen de forma ininterrumpida, logrando prevenir fallos en dispositivos sensibles, con esto, asegurar la continuidad operativa, evitar daños en los componentes electrónicos y prolongar la vida útil de los equipos.

Los dispositivos electrónicos como los equipos de monitoreo, análisis clínico e imagenología médica, requieren un suministro eléctrico continuo, limpio y estable, ya que durante los picos de consumo, estos sistemas pueden enfrentar sobrecargas, variaciones de voltaje y riesgos de interrupciones, lo que impacta negativamente en el funcionamiento de equipos electrónicos sensibles.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

Desde una perspectiva académico la implementación de sistema de almacenamiento de energía con batería se presenta como una alternativa tecnológica de gran relevancia. Ya que se adquirió conocimiento en la práctica en el diseño aprendiendo a calcular la capacidad requerida y la potencia, para el diseño de banco de batería. Mitigando los problemas asociados a picos de demanda y fluctuaciones de voltaje que puedan afectar el desempeño de equipos críticos, esto responde a varios objetivos fundamentales, contribuye a mejorar la estabilidad del suministro eléctrico.

En un sistema de almacenamiento con baterías para picos de demanda no solo responde a una necesidad básica, sino que también promueve la innovación y adopción de tecnologías avanzadas que modifica la gestión energética hacia modelos más eficientes, seguros y sostenible, así de esta manera, un sistema inteligentes de gestión energética, con estas características hacen viables la implementación de un sistema para responder de manera inmediata a las demandas eléctricas, para así proteger los equipos sensibles y garantizar la continuidad operativa.

Este trabajo se orientó principalmente al ámbito estudiantil, siendo esta la base para la implementación de sistemas de almacenamiento de baterías en futuros proyectos que incorporen tecnología para las áreas de la institución, ya que esta iniciativa permitirá a la universidad presentar documentos científicos fomente el fortalecimiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje dirigidos a quienes inician su formación de tercer nivel.

### **1.3. OBJETIVOS**

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

Implementar un Sistema de Almacenamiento de Energía con Baterías para pico de demanda en el taller de prácticas de la UNITEV campus Tosagua.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar el sistema de almacenamiento mediante un banco de batería.
- Valorar el tipo de batería según el sistema de almacenamiento.
- Realizar el sistema de almacenamiento con batería en el taller de prácticas de la Unitev Tosagua.

## **1.4. METODOLOGÍA**

### **1.4.1. Procedimiento**

Procedimos a determinar el sistema de almacenamiento mediante un banco de batería, se analizó primero la demanda energética del sistema, considerando la carga total, el tiempo de respaldo requerido y las condiciones de operación. Se comparo diferentes tecnologías, como baterías considerando sus ventajas, desventajas, costo, mantenimiento, durabilidad, eficiencia de carga y compatibilidad con el inversor o controlador de carga.

Con la información obtenidos y la batería seleccionada, se procederá a realizar la implementación del sistema de almacenamiento en el taller de prácticas de la Unitev; donde se montarán físicamente las baterías en estructuras adecuadas, Una vez completada la instalación, se efectuará una verificación funcional del sistema. Se medirán tensiones, se verificará la polaridad de las conexiones, y se probará el sistema con cargas reales o simuladas para asegurar que el banco de baterías responde correctamente a las demandas energéticas.

#### **1.4.2. Técnicas**

Para el desarrollo de este informe, las técnicas e instrumentos empleados en la revisión de la información, fueron bases de datos académicos, ya que estas plataformas ofrecieron acceso a estudios y artículos de alta calidad, lo que permitió el acceso a información actualizada.

De esta manera se pudo realizar una evaluación de los estudios existentes en las bases de datos, lo que permitió una mejor comprensión de las tecnologías en almacenamiento de energía, y para la validación e interpretación de los datos recopilados se usó el software ofimático Excel, empleado para organizar, procesar y analizar la información de manera fácil.

Esta herramienta informática, permitió el uso de bases de datos y tablas que facilitaron la comparación de diferentes tecnologías, ya que la aplicación de esta herramienta en la validación de la información, garantizó la claridad y coherencia en el análisis, asegurando confiabilidad de los resultados presentados en el informe.

#### **1.4.3. Métodos**

La metodología utilizada en este informe, consistió en un enfoque cualitativo, lo que permitió realizar un análisis detallado de las tecnologías de almacenamiento de energía, siendo elegido por su capacidad para proporcionar información sobre las características, ventajas de las baterías tradicionales y sus alternativas, así mismo el análisis cualitativo ayudó a identificar patrones y tendencias en la literatura existente y a evaluar las implicaciones de cada tecnología en sistemas renovables.

En esta investigación se empleó una revisión documental, basada en el estudio de la literatura científica y técnica, ya que esta metodología facilitó la recopilación y el análisis de información, brindando una visión completa de los desarrollos y debates actuales relacionados con el almacenamiento de energía, adicionalmente, la revisión documental ayudó a fortalecer el marco teórico y a la identificación de tecnologías y sus posibles impactos.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. DEFINICIONES**

El sistema nacional interconectado del Ecuador se entiende como la red que reúne toda la infraestructura eléctrica del país, en la que cada componente está enlazado y juntos hacen posible la generación y transmisión de la energía y llevarla hasta los lugares donde las personas la necesitan para su consumo.

El sistema eléctrico interconectado de cada país debe garantizar la seguridad, confiabilidad y estabilidad necesarias para cumplir con las normativas vigentes en su región, además de asegurar un servicio eficiente y de calidad en el suministro eléctrico (Castro Guamán & Posligua Murillo, 2015).

#### **2.2.1 Sistemas de Almacenamiento de Energía.**

El desarrollo de los sistemas de almacenamiento ha ido cambiando en un largo camino tal como lo señala Santistevan Alvarado (2021) un claro ejemplo de esta evolución se refleja en las baterías que, desde la creación de la primera en 1800 por Alessandro Volta, han pasado por numerosos avances que dieron paso a nuevas tecnologías disponibles en diferentes épocas.

#### **2.2.2 Descripción de tecnologías de sistemas de almacenamiento de energía y sus aplicaciones.**

Según Alessandro Volta (1914) con el pasar de los años las personas han tenido diversas formas de investigar nuevos métodos de almacenamiento de energía para así poder tener un sistema eléctrico de mejor calidad, más optimo y eficiente; el cual cuente con una reserva mundial para solventar cualquier inconveniente que pueda surgir en la generación, cambio o distribución de energía eléctrica a rededor del mundo.

Según lo señalado por Jun Wang (2013), los sistemas de almacenamiento pueden clasificarse tomando en cuenta aspectos como el papel que desempeñan, la rapidez con la que responden, la manera en que guardan la energía, el tiempo que pueden mantenerla y la duración de su vida útil, entre otros factores.

La energía se puede almacenar de diversas formas las cuales son:

- mecánica
- electroquímica
- química térmica
- en forma de campos eléctricos o magnéticos.

## 2.3 Sistemas de almacenamiento de energía en baterías

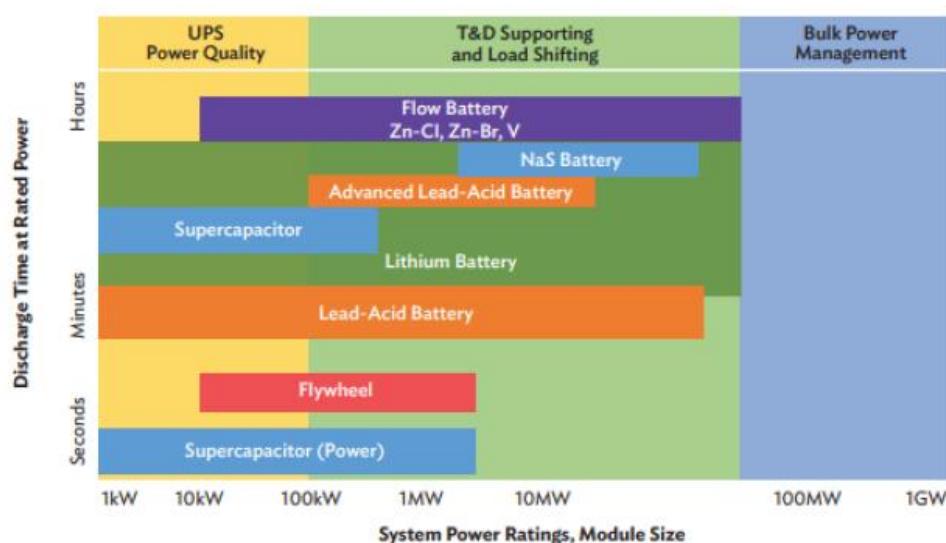
### 2.3.1 Descripción tecnológica

En la investigación realizada por Yam & Hassan, (2005) señalan que los avances en vehículos eléctricos y la producción de baterías de litio, junto con la reducción de su costo, han incrementado la demanda de estos dispositivos de almacenamiento.

De acuerdo con Yam y Hassan (2005), quienes mencionan que este tipo de equipos de almacenamiento puede encontrarse en distintos escenarios ya que permiten asegurar el suministro continuo de energía, respaldar el funcionamiento de las redes eléctricas o incluso participar en procesos de generación a gran escala.

Ilustración 1

*Tecnologías según la potencia de salida en vatios y el consumo de energía en vatios/hora de los equipos.*



**Figura 1** Energía de Salida (W) vs Consumo de los equipos (W/h).

Cabe mencionar que las baterías se diferencian según la densidad para acumular energía, la relación entre la carga y descarga, su vida útil y los efectos del tipo invernadero que pueden causar en el medio ambiente.

## **2.4 Elementos que integran un sistema de almacenamiento de energía con baterías a gran escala.**

### **2.4.1 Baterías**

Son los elementos principales de un sistema de almacenamiento en donde se presenta el mayor porcentaje de alteración en los materiales empleados en su elaboración, que va a depender de la tecnología que se emplee.

### **2.4.2 Conversor**

En la generación de energía limpia, los conversores DC-AC son uno de los componentes de mayor importancia, debido a que la conexión del sistema de almacenamiento es directa con la red eléctrica, este trabaja convirtiendo la corriente continua a alterna, por lo cual la corriente que sale de las baterías debe tener una transformación para poder ser utilizada por el usuario final.

### **2.4.3 Sistema de gestión de baterías**

Para el caso de los sistemas de almacenamiento también conocido como BMS por sus siglas en inglés (battery management system), tienen conectados entre ellos, unos dispositivos que mediante un software se encargan de realizar la gestión de la carga y descarga de la batería, en donde se puede garantizar la seguridad de las baterías y la confiabilidad de la operación de estas.

### **2.4.4 Controlador**

Se trata de un componente electrónico que se localiza dentro del sistema de almacenamiento, y que se encarga de vigilar el estado de las baterías, de comunicarse con otros dispositivos cuando surge algún problema como un aumento excesivo de la temperatura o valores fuera de lo normal en la corriente o el voltaje, activando los mecanismos necesarios para regular la temperatura o cortar el flujo de energía y así prevenir daños mayores que puedan afectar de forma permanente al sistema.

#### **2.4.5 Sistema de protección**

Estos sistemas de protección están compuestos por relés de protección, transformadores de corriente y voltaje tanto en el lado DC como AC del sistema.

## 2.4.6 Transformador.

Los transformadores son utilizados para subir los voltajes que se generan a la salida de los inversores ya que, generalmente, estos son bajos y, depende del uso que vaya a tener el sistema BESS, y se necesita un aumento para su correcta aplicación.

#### **2.4.7 Obras civiles adicionales.**

En estos proyectos los elementos adicionales como los de construcción, dependen mucho del equipo de almacenamiento debido a que, el tamaño de las baterías y las estructuras que se usan para el montaje de este varían, y que generalmente todos los técnicos toman en cuenta para los diseños los contenedores o carcasa para que se acople el dispositivo en lo construido como obra civil.

## **2.5 Sistemas de almacenamiento de energía.**

Aprovechando la información que ofrece página “Office of Electricity Delivery & Energy Reliability” en donde han podido demostrar, que alrededor del mundo se encuentran más de 991 sistemas de almacenamiento de energía utilizando baterías, y como se sugirió anteriormente, las baterías de ion-litio son las más usadas en la actualidad.

## Ilustración 2

**Se presenta una imagen donde se puede observar los proyectos de almacenamiento en el mundo.**



**Figura 2** BESS alrededor del mundo.

## **2.2. ANTECEDENTES**

La Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí fue fundada por la iniciativa de un grupo de docentes y estudiantes universitarios bajo la dirección del Dr. Medardo Mora Solórzano, quien propuso convertir a Manta en una ciudad universitaria, idea que fue planteada en febrero de 1981 y el proyecto de ley para la creación de la universidad se presentó ante el Congreso Nacional el 11 de agosto de 1983, este proyecto enfrentó oposición por parte del Congreso Nacional, del Gobierno Nacional y del Consejo Nacional de Universidades y Escuelas Politécnicas del Ecuador (CONUEP).

En Tosagua el campus de la ULEAM nace de una iniciativa orientada a la descentralización de la educación superior, mediante la oferta de carreras técnicas y tecnológicas que ayudan al desarrollo regional, se destaca por su sólido compromiso con la vinculación comunitaria y la promoción de prácticas sostenibles (ULEAM, 2012).

Por resolución por el OCS en el 2024, se anexan las carreras virtuales de la Universidad en todos sus Campus, Extensiones y Matriz, sufriendo un cambio de nombre de UAFTT a UNITEV (Unidad Académica De Formación Técnica Y Tecnológica, Educación Virtual Y Otras Modalidades De Estudio) (López Torres, 2015).

Con estos cambios la UNITEV en Tosagua ofrece carreras tecnológicas y técnicas, dentro de sus ofertas se encuentran carreras como: Electromecánica, Gastronomía, Explotación y Mantenimiento de Equipos Biomédicos, y Tecnología Superior en Riego y Producción Agrícola, experimentando mejoras en su infraestructura, incluyendo un parqueadero, áreas peatonales y un patio de comidas.

El presente informe cuyo tema es “implementación de un Sistema de Almacenamiento de Energía con Baterías para pico de Demanda”, tiene como idea principal, exponer los beneficios de la implementación del sistema de almacenamiento (Vicente, 2019).

### **2.3. TRABAJOS RELACIONADOS**

Santistevan Alvarado (2021) indica que alrededor del mundo los sistemas de almacenamiento masivos de energía de potencia han ido creciendo y evolucionando y permitiendo una generación de energía eléctrica más limpia, donde las fuentes de energía renovables, han hecho la diferencia frente a cualquier otro tipo de generación energía limpia.

En el desarrollo de sistemas de almacenamiento de energía con batería, en algunos países se adoptó la estrategia de reutilizar las baterías al finalizar su vida útil para fabricar baterías destinadas a vehículos eléctricos, siguiendo modelos ya implementados en países como Japón, Corea del Sur, Noruega, Suecia, Bélgica, Alemania, Canadá, Estados Unidos, China y Australia, permitiendo un banco de baterías que mantiene el 50% de su funcionalidad puede emplearse en la conformación de nuevos bancos o en otras aplicaciones; el remanente es destinado a la extracción y producción de metales críticos para la fabricación de nuevas baterías (López Torres, 2015).

Mientras que México aún no cuenta con programas formales de respuesta a la demanda basados en baterías como en otros países, la regulación habilita el uso de BESS para operar como centrales firmes y participar en mercados de servicios auxiliares y arbitraje energético lo que da paso y esto abre la puerta para:

- **Almacenamiento en horas de baja demanda** (cuando la energía es más barata).
- **Descarga durante picos de consumo**, ayudando a mitigar la carga en la red y ofreciendo una forma indirecta de respuesta a la demanda.

En resumen, los BESS ya pueden ser configurados para responder a picos de demanda mediante mecanismos de mercado, aunque aún falta estructurar esquemas directos tipo DR con participación de usuarios finales.

## CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Se detalla el proceso de implementación en el taller, describiendo cada decisión y técnica adoptada así como los componentes seleccionados, con el fin de garantizar la implementación, con ello el Sistema de Almacenamiento de Energía con Baterías va a disminuir los picos de demanda en el taller de prácticas de la unidad académica.

### 3.1. OBJETIVO 1

El sistema de almacenamiento de batería es la base de nuestro proyecto, seleccionar el sistema que mejor se adapte a las necesidades del taller y a la reducción de costos operativos garantizando la eficiencia energética y durabilidad.

En este proceso se determinó que tipo de batería cumplió con las especificaciones técnicas y requerimientos.

Tabla 1

*Requisitos de baterías para la UNITEV:*

Requisito	Razón
Alta confiabilidad (24/7)	La energía no puede fallar en equipos vitales.
Respuesta instantánea (en milisegundos)	Sustituye generadores en transición al respaldo.
Capacidad modular y escalable	Adaptable a hospitales pequeños, grandes o Universidades.
Duración ≥ 2–4 horas	Para cubrir emergencias antes de volver a red o generador.
Certificaciones y seguridad	UL, IEC, ISO: fundamentales en salud o sistema educativo.
Integración con energía solar	Ahorro en costos operativos y respaldo ecológico.
Autoría propia.	

Analizar diversas series de paso técnicos que se adapten al tipo de instalación en este caso para la UNITEV; primero debemos definir el objetivo del banco de batería, calcular la demanda eléctrica a cubrir, definir el tipo de batería a utilizarse.

En el desarrollo de este informe, se realizó un análisis para identificar el costo y beneficio de baterías más adecuada para este proyecto, por lo que se investigaron y compararon distintas marcas y modelos disponibles en los mercados nacional e internacional, considerando criterios como almacenamiento de energía, vida útil estimada, resistencia entre otras.

### 3.2. OBJETIVO 2

Valorar el tipo de batería según el sistema de almacenamiento.

Este proceso se construyó en base al valor que tiene cada tipo de batería según el sistema de almacenamiento y sus componentes; así mismo se realizó una tabla de evolución de los sistemas de almacenamiento de baterías.

Este objetivo busca determinar cuál es el tipo de batería más adecuado para el sistema de almacenamiento de energía propuesto, considerando criterios técnicos, operativos, económicos y espaciales, el proceso se basó en:

- La evaluación de las tecnologías disponibles.
- El levantamiento físico del espacio donde se instalará el sistema (taller de prácticas).
- Y el análisis de compatibilidad del sistema con la infraestructura y necesidades energéticas.
- El levantamiento de información permite observar las necesidades y el flujo de vida útil del equipo, se elaboró el plano detallado del taller de prácticas, incluyendo dimensiones, altura del techo, distribución de estaciones de trabajo, maquinaria, mobiliario entre otros.
- En el diseño de proyectos de almacenamiento de energía, uno de los criterios es valorar el tipo de batería según el sistema requerido, se debemos analizar varios criterios técnicos, económicos y operativos.
- Luego del análisis realizado, se comprobó que las batería **de litio ferrofósfato (LiFePO<sub>4</sub>)** es la mejor opción para el sistema de almacenamiento del proyecto a implementarse en el taller, esto porque tiene una alta eficiencia, bajo mantenimiento, compatibilidad con espacios cerrados y su durabilidad es superior en comparación a tecnologías convencionales.
- El diseño del sistema debe considerar una ubicación segura dentro del taller, con buena ventilación y cercanía al punto de conexión eléctrica general.

Tabla 2

Presupuesto de materiales

Marca / Modelo	Costo por kWh (USD) estimado
<b>Huawei LUNA2000-21-S1</b>	\$405/kWh
Autoría propia	

Ilustración 3

Batería de litio ferro fosfato (LiFePO4)



Nota. Tipo de batería de litio ferro fosfato (LiFePO4). Fuente:  
[https://www.algatecoutdoor.es/es/bateria\\_litio\\_ferrofosfato\\_lifep04\\_12v\\_60ah.php](https://www.algatecoutdoor.es/es/bateria_litio_ferrofosfato_lifep04_12v_60ah.php)

### **3.3. OBJETIVO 3**

En esta etapa la planificación se convirtió en realidad, realizando el diseño aplicando normas y observando los criterios de las investigaciones para así asegurar que el sistema de almacenamiento de batería funcione correctamente.

- La ejecución se llevó a cabo para asegurar la eficiencia y la seguridad; planificación del proyecto y elaboración de un cronograma detallado que definió las fases de adquisición de los equipos seleccionados, los tiempos de instalación y las pruebas.
- Este objetivo representa la fase en la que la planificación y el diseño del sistema de almacenamiento por baterías se convirtieron en una implementación real a través de una ejecución cuidadosa, basada en protocolos, cronogramas y buenas prácticas, se garantizaron los requisitos de funcionalidad, eficiencia y seguridad del sistema propuesto
- La implementación se organizó en varias fases, cada una definida por tareas específicas, con recursos asignados y tiempos de ejecución claramente establecidos.

Se aseguraron condiciones óptimas para que el sistema cumpliera sus funciones: respaldo de carga crítica, gestión de picos de demanda y posibilidad de integración futura con energía solar.

### **Resultados de la ejecución**

- El sistema de almacenamiento fue instalado correctamente y cumple con las funciones diseñadas.
- Se verificó la operación estable en condiciones reales del taller de prácticas.
- El sistema quedó preparado para posible integración futura con generación solar.

La ejecución del proyecto marcó el punto en el que la planificación conceptual se tradujo en una solución funcional. Gracias al enfoque metodológico, cronograma bien definido y cumplimiento de estándares técnicos, se logró

instalar un **sistema de almacenamiento confiable y eficiente**, alineado con los objetivos educativos y operativos del espacio (taller de prácticas).

*Ilustración 4*

*Banco de baterías*



Nota. Bancos de batería de litio ferro fosfato (LiFePO4). Fuente: <https://tienda-solar.es/es/productos/1985-conjunto-de-bateria-de-alto-voltaje-de-60kwh-oliter-ip20>

## CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. CONCLUSIONES

Se puede indicar, que con el pasar de los años los sistemas de almacenamiento de energía eléctrica han ido evolucionando de forma acelerada, obligando a la comercializadora de electricidad.

Por otra parte, los sistemas de almacenamiento con baterías a gran escala, son de gran utilidad, debido a los diferentes servicios que estos pueden aportar al sistema nacional interconectado, como regular y alcanzar la estabilidad del sistema.

Tras el análisis técnico y espacial, se concluye que la batería **de litio ferrofósfato (LiFePO<sub>4</sub>)** es la mejor opción para el sistema de almacenamiento del taller; Esto se debe a su alta eficiencia, bajo mantenimiento, seguridad térmica, compatibilidad con espacios cerrados y su durabilidad superior frente a tecnologías convencionales como plomo-ácido. El diseño del sistema debe considerar una ubicación segura dentro del taller, con buena ventilación y cercanía al punto de conexión eléctrica general.

La ejecución del proyecto marcó el punto en el que la planificación conceptual se tradujo en una solución funcional. Gracias al enfoque metodológico, cronograma bien definido y cumplimiento de estándares técnicos, se logró instalar un **sistema de almacenamiento confiable y eficiente**, alineado con los objetivos educativos y operativos del espacio (taller de prácticas).

## **4.2. RECOMENDACIONES**

A partir de la planificación, diseño e implementación del sistema de almacenamiento mediante baterías, se proponen las siguientes recomendaciones para garantizar su correcto funcionamiento a corto, mediano y largo plazo:

Es recomendable darle mantenimiento preventivo y monitoreo constante.

Es importante tener en cuenta el tipo de baterías que se usará en los sistemas, ya que cada clase de batería presenta características distintas.

Se debe seguir de manera correcta y cumplir con los parámetros a considerar para poder realizar una adecuada evaluación técnica, ya que de ello depende el buen funcionamiento y vida útil de las baterías.

Es importante indicar que, para el diseño de un sistema de almacenamiento, es importante analizar el aspecto económico, ya que la inversión puede ser de gran magnitud.

## BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía

López Torres, J. I. (2015). Sistemas de almacenamiento de energía a partir de bancos de baterías para la Integración de fuentes de energía renovable en microredes en DC.

Mejia, J. H. (2022). Diseño e implementación del sistema de respaldo de energía eléctrica en un centro de operaciones de red en la provincia de Huancayo.

ULEAM. (2012). *Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí*.  
<https://www.uleam.edu.ec/>

Vicente, S. (7 de diciembre de 2019). *Innovación Educativa*. YouTube:  
<https://www.youtube.com/watch?v=YD4W4u5mcDE>

constitución de la república del ecuador, 2008.

H. M. R. F. M. S. H. S. N. M. A. N. N. Eklas hossain, a comprehensive review on energy storage systems: types, comparison, current scenario, applications, barriers, and potential solutions, policies, and future prospects, oregon: mdpi, 2020.

De, r., & leme, b. (n.d.). Escuela técnica superior de ingenieros industriales y de telecomunicación universidad de cantabria proyecto fin de carrera ingeniero de telecomunicación.

Yam, f. K., & hassan, z. (2005). Innovative advances in led technology. *Microelectronics journal*, 36(2), 129–137.  
<Https://doi.org/10.1016/j.mejo.2004.11.008>  
<https://www.redalyc.org/journal/3291/329177474011/html/>

Santistevan alvarado, g. K. (2021). Sistema de iluminación domótico mediante comando de voz, para el laboratorio de electrónica y robótica de la universidad estatal del sur de manabí.  
<Http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3134>

## ANEXOS

Tipos de baterías de litio ferro fosfato (LiFePO4)



## **ANEXOS 2**

Banco de baterías de litio ferro fosfato (LiFePO4)

