

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO
BENEDICTO XVI**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE
INGENIERÍA AMBIENTAL**



**DISEÑO DE UN SISTEMA MODULAR DE ELECTRIFICACIÓN CON
ENERGÍA ALTERNATIVA PARA EL SECTOR GLORITA-PATAZ 2024**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AMBIENTAL**

AUTORA

Br. Paredes Contreras Elizabeth Noemí
<https://orcid.org/0009-0008-4735-5454>

ASESOR

Mg. Saldaña Milla Fernando Arístides
<https://orcid.org/0000-0002-7274-6974>

LINEA DE INVESTIGACIÓN

Tecnología Ambiental e Innovación

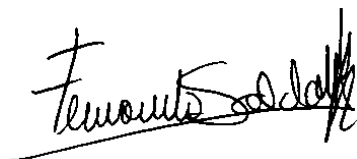
**TRUJILLO-PERÚ
2024**

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

Señor Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura:

Mg. Ing. Breitner Guillermo Díaz Rodríguez

Yo, Mg. Fernando Arístides Saldaña Milla con DNI N° 18135414, como asesor del trabajo de investigación titulado investigación **“DISEÑO DE UN SISTEMA MODULAR DE ELECTRIFICACIÓN CON ENERGÍA ALTERNATIVA PARA EL SECTOR GLORITA-PATAZ 2024”**, desarrollado por el bachiller Elizabeth Noemí Paredes Contreras con DNI N° 72465289 del Programa de estudios de Ingeniería Ambiental; considero que dicho trabajo reúne las condiciones tanto técnicas como científicos, las cuales están alineadas a las normas establecidas en el Reglamento de Titulación de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI y en la normativa para la presentación de trabajos de graduación de la Facultad Ingeniería y Arquitectura. Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por los jurados designados por la mencionada facultad.



Mg. Ing. Fernando Arístides Saldaña Milla
ASESOR
DNI: 18135414

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

EXCMO.MONS. HECTOR MIGUEL CABREJOS VIDARTE, OFM

Arzobispo Metropolitano de Trujillo

Fundador y Gran Canciller

Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI

DRA. MARIANA GERALDINE SILVA BALAREZO

Rectora de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI

DRA. ROMY ÁNGELICA DÍAZ FERNÁNDEZ

Vicerrectora académica

DRA. ENA CECILIA OBANDO PERALTA

Vicerrectora de Investigación

MG. ING. BREITNER GUILLERMO DÍAZ RODRÍGUEZ

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

DRA. TERESA SOFÍA REATEGUI MARIN

Secretaria General

DEDICATORIA

A mi familia

Le dedico el resultado de este trabajo a toda mi familia. Principalmente a mis padres, Hilda Contreras Carranza y Reynaldo Paredes Cotrina, que me apoyaron en todo momento, me enseñaron a ser una persona amorosa y me formaron en principios y valores.

Así mismo, le dedico este trabajo a mi prima Giovana Rixcer, quién me motivó a seguir una carrera universitaria ya que conocía mi potencial académico.

A mis compañeros

Para que este trabajo de investigación sea una guía en sus estudios y puedan dar soluciones a la problemática actual del cambio climático.

***Elizabeth Noemí Paredes Contreras
La Autora***

AGRADECIMIENTO

A Dios.

“Por guiarme en la elección de la carrera a estudiar y permitirme llegar a la Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”. Sin duda, fue la mejor elección por la calidad educativa y valores transmitidos”

A mis padres.

“Les agradezco mucho a mis padres, Hilda Contreras Carranza y Reynaldo Paredes Cotrina, que siempre me han brindado su amor y apoyo incondicional para poder cumplir mis objetivos académicos y personales. ¡Gracias por su ejemplo de esfuerzo, trabajo y honradez!”

A mi asesor

“Le agradezco profundamente al Ing. Fernando Saldaña quien fue nuestro Decano durante los primeros años de estudio y promovió la investigación de manera satisfactoria. Gracias por su paciencia, cariño y ejemplo impartido. Sin sus palabras y correcciones precisas no hubiese podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada. ¡Muchas gracias por enseñar con y desde el corazón!”

A mis docentes

“Son muchos los docentes que han sido parte de mi camino universitario, y a todos ellos les quiero agradecer por transmitirme los conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí”

A mis compañeras

“Agradecerles a mis compañeras Brandy León, Ale Tuesta, Anggie Gonzales y Chris Armas por convertirse en mis amigas y hermanas. Gracias por las horas compartidas, los trabajos realizados en conjunto y las historias vividas”

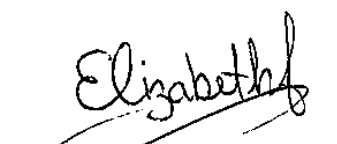
***Elizabeth Noemí Paredes Contreras
La Autora***

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **Elizabeth Noemí Paredes Contreras** con DNI **72465289**, egresada del Programa de Estudios de **Pregrado de Estudios de Ingeniería Ambiental** de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, doy fe que he seguido rigurosamente los procedimientos académicos y administrativos emanados por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, para la elaboración y sustentación del informe de tesis titulado: **“DISEÑO DE UN SISTEMA MODULAR DE ELECTRIFICACIÓN CON ENERGÍA ALTERNATIVA PARA EL SECTOR GLORITA-PATAZ 2024”**, el cual consta de un total de 91 páginas, en las que se incluye 19 tablas y 39 figuras, más un total de 18 páginas en anexos.

Dejo constancia de la originalidad y autenticidad de la mencionada investigación y declaramos bajo juramento en razón a los requerimientos éticos, que el contenido de dicho documento corresponde a mi autoría respecto a redacción, organización, metodología y diagramación. Asimismo, garantizo que los fundamentos teóricos están respaldados por el referencial bibliográfico, asumiendo un mínimo porcentaje de omisión involuntaria respecto al tratamiento de cita de autores, lo cual es de mi entera responsabilidad.

La autora



Elizabeth Noemí Paredes Contreras

DNI: 72465289

ÍNDICE

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD	2
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	6
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
I. INTRODUCCIÓN	13
II. METODOLOGÍA	37
2.1. Enfoque, tipo y diseño de investigación.....	37
2.2. Población, muestra y muestreo.....	37
2.3. Técnicas e instrumentos de recojo de datos	37
2.4. Técnicas de procesamiento y análisis de la información	38
2.5. Aspectos éticos en investigación.....	40
III. RESULTADOS.....	41
3.1. Evaluación del potencial de energético en el Sector Glorita – Pataz	42
3.2. Dimensionamiento del sistema modular energético.....	45
3.3. Cálculo de la carga máxima del sistema modular energético.....	52
3.4. Cálculo de la mitigación de CO ₂ equivalente eléctrico.....	56
IV. DISCUSIÓN.....	59
V. CONCLUSIONES	62
VI. RECOMENDACIONES	63
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
ANEXOS.....	73
Anexo 1: Instrumentos de recolección de datos.....	73
Anexo 2: Consentimiento Informado	81
Anexo 3: Matriz de consistencia	82
Anexo 4: Matriz de categorías y subcategorías.....	83
Anexo 5: Validación de instrumento	84
Anexo 6: Carta de Presentación	90
Anexo 7: Reporte de Turnitin.....	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de RER no convencionales y tecnologías de generación eléctrica	21
Tabla 2. Estimación del valor α para distintos terrenos.....	29
Tabla 3. Factores de emisión de GEI para consumo de energía eléctrica del SEIN.....	38
Tabla 4. División de ambientes para cálculo energético.....	39
Tabla 5. Factor de Simultaneidad por ambiente y uso diario	39
Tabla 6. Plantilla para el consumo energético en el campamento (Contrata Minera – Sector Glorita)	39
Tabla 7. Coordenadas del Campamento Minero - Sector Glorita.....	41
Tabla 8. Potencial energético eólico	42
Tabla 9. Potencial energético solar	43
Tabla 10. Parámetros solares promedios para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico durante los años 2005-2022.....	46
Tabla 11. Características del Sistema Fotovoltaico dimensionado para la contrata minera Rojas Alayo Javier Jesús	49
Tabla 12. Resultados principales del SF dimensionado para la contrata minera Rojas Alayo Javier Jesús.....	49
Tabla 13. Consumo energético del Campamento Minero - Contrata minera Rojas Alayo Javier Jesús	52
Tabla 14. Carga máxima del sistema modular energético - Contrata minera Rojas Alayo Javier Jesús.....	55
Tabla 15. Huella de carbono por Consumo Energético en el Campamento Minero - Contrata minera Rojas Alayo Javier Jesús	56
Tabla 16. Características principales de los conjuntos de datos compatibles con PVGIS 5.2.1 y PVGIS 5.3.	85
Tabla 17. Resumen de los resultados de las comparaciones entre la media anual entre PVGIS 5.2.1 y 5.3 para irradiancia, temperatura y rendimiento fotovoltaico	86
Tabla 18. Resultados de la diferencia de sesgo medio absoluta MBD (W/m^2) y la diferencia cuadrática media (RMSD, W/m^2) para las estaciones terrestres seleccionadas y el rango de tiempo.....	87
Tabla 19. Detalle y grado de confianza de las fuentes de datos según ubicación de la contrata minera.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Componentes de la radiación solar terrestre	22
Figura 2. Esquema representativo de un SF autónomo	23
Figura 3. Esquema representativo de un SF conectado a red.....	23
Figura 4. Elementos físicos que componen un módulo fotovoltaico	24
Figura 5. Espectro de irradiación solar sobre la atmósfera y en la superficie.....	26
Figura 6. Angulo de inclinación.....	27
Figura 7. Esquema de generación de energía eólica	28
Figura 8. Esquema de funcionamiento de las centrales de agua fluyente	30
Figura 9. Participación en la producción de energía	32
Figura 10. Producción de energía de centrales RER.....	32
Figura 11. Perú: distribución geográfica de la producción.....	33
Figura 12. Potencial de energías renovables en Perú según alternativa energética	34
Figura 13. Gráfica de ilustración de Huella de Carbono Organizacional	35
Figura 14. Mapa de ubicación del Campamento Minero - Sector Glorita	41
Figura 15. Energía eólica VS energía solar	44
Figura 16. Energía consumida del sistema fotovoltaico instalado en un período de 31 días..	45
Figura 17. Irradiancia media diaria del mes de abril del año 2023 en la contrata minera Rojas Alayo Javier Jesús	47
Figura 18. Irradiancia media diaria del mes de septiembre del año 2023 en la contrata minera Rojas Alayo Javier Jesús	48
Figura 19. Energía incidente de referencia en el plano colector - Campamento Minero Sector Glorita.....	50
Figura 20. Producción normalizada y factores de pérdida - Campamento Minero Sector Glorita.....	50
Figura 21. Energía diaria a la salida del conjunto - Campamento Minero Sector Glorita	51
Figura 22. Consumo energético del Campamento Minero - Contrata minera Rojas Alayo Javier Jesús	52
Figura 23. Porcentaje del consumo energético según elemento del área de oficina	53
Figura 24. Consumo energético según elemento del área de comedor	54
Figura 25. Porcentaje del consumo energético según elemento del área de habitaciones	54
Figura 26. Porcentaje de CO ₂ emitido por área a lo largo de un año	56
Figura 27. Dióxido de Carbono emitido por consumo energético en la Contrata minera Rojas Alayo Javier Jesús	57
Figura 28. Metano y Dióxido Nitroso emitido por consumo energético en la Contrata minera Rojas Alayo Javier Jesús	57
Figura 29. Balance de Carbono por año en el Campamento Minero - Contrata minera Rojas Alayo Javier Jesús	58
Figura 30. Interfaz de PVGIS 5.3.....	73
Figura 31. Interfaz de PVsyst 7.4.....	74
Figura 32. Interfaz de Ryse Energy	75

Figura 33. Multímetro uyustools multitester digital lcd maxima precision	75
Figura 34. Ficha Técnica de Panel Solar de 60 W	76
Figura 35. Ficha Técnica de Controlador de 30 A	77
Figura 36. Ficha técnica de aerogenerador.....	78
Figura 37. Ficha Técnica de Panel Solar (505 W)	79
Figura 38. Ficha Técnica de batería	80
Figura 39. Base de datos de radiación mundial.....	84

RESUMEN

El presente estudio tiene por finalidad diseñar un sistema modular de electrificación con energía alternativa para el campamento minero ubicado en el Sector Glorita del distrito de Pataz, 2024. La metodología empleada siguió un enfoque cuantitativo, con una investigación de tipo aplicada y explicativa, empleando un diseño experimental. Para la recolección de datos, se utilizaron técnicas como la observación directa, la revisión bibliográfica, y el uso de software de sistemas de información geográfica (PVGIS 5.3 y PvSyst 7.4), y parámetros eléctricos obtenidos por cada energía renovable evaluada. Así mismo, se usaron técnicas para el procesamiento y análisis de datos que incluyen el empleo de plantillas en hojas de cálculo, softwares para el dimensionamiento del sistema modular como PvSyst 7.4 y graficas que permitieron una mejor visualización de los datos. Los resultados principales obtenidos son la energía renovable con mayor potencial energético que fue la solar con 5,05 kWh/día; el sistema modular obtenido compuesto de 29 módulos fotovoltaicos, 1 batería de litio y un controlador universal que genera una carga máxima de 21,5 MWh/año, permitiendo mitigar un total de 74,7 T de CO₂ al cabo de los 25 años de vida útil del sistema modular eléctrico.

Palabras Clave: Matriz Energética; Sistema Modular de Electrificación; Huella de Carbono; Energías Renovables.

ABSTRACT

The purpose of this study is to design a modular electrification system with alternative energy for the mining camp located in the Glorita sector of the district of Pataz, 2024. The methodology used followed a quantitative approach, with an applied and explanatory type of research, using an experimental design. For data collection, techniques such as direct observation, literature review, and the use of geographic information systems software (PVGIS 5.3 and PvSyst 7.4), and electrical parameters obtained for each renewable energy evaluated were used. Data processing and analysis techniques were also used, including the use of spreadsheet templates, modular system sizing software such as PvSyst 7.4, and graphs for better visualization of the data. The main results obtained are the renewable energy with the highest energy potential was solar with 5,05 kWh/day; the modular system obtained is composed of 29 photovoltaic modules, 1 lithium battery and a universal controller that generates a maximum load of 21,5 MWh/year, allowing to mitigate a total of 74,7 T of CO₂ at the end of the 25 years of life of the electrical modular system.

Key Words: Energy Matrix; Modular Electrification System; Carbon Footprint; Renewable Energies.

Anexo 7: Reporte de Turnitin

INFORME DE TESIS - PAREDES CONTRERAS ELIZABETH

INFORME DE ORIGINALIDAD

7 %	7 %	1 %	2 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uct.edu.pe Fuente de Internet	6 %
2	www.osinergmin.gob.pe Fuente de Internet	1 %
3	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1 %

Excluir citas Activo Excluir coincidencias < 1%
Excluir bibliografía Activo