

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica

Tesis

**Influencia de la energía agrovoltáica en el sistema de riego en
250 kW en la Localidad de Vista Hermosa, Chupaca 2025**

David Edwar Callegari Tumba

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Electricista

Huancayo, 2025

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Ing. Percy Javier Juan De Dios Ortiz
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 20 de junio de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

INFLUENCIA DE LA ENERGÍA AGROVOLTAICA EN EL SISTEMA DE RIEGO EN 250 kW EN LA LOCALIDAD DE VISTA HERMOSA, CHUPACA 2025

Autor:

1. CALLEGARI TUMBA DAVID EDWAR – EAP. Ingeniería Eléctrica

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 16 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- | | | |
|--|--|--|
| • Filtro de exclusión de bibliografía | SI ☒ | NO ☐ |
| • Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas: 40 | SI ☒ | NO ☐ |
| • Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante | SI ☐ | NO ☒ |

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original

(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

RESUMEN

La investigación responde al problema ¿Cuál es la influencia de la energía agrovoltaica en el sistema de riego en 250 kW en la localidad de Vista Hermosa, Chupaca, 2025?

Como objetivo general se pretende establecer estadísticamente la incidencia que tiene la energía agrovoltaica en el sistema de riego en todos sus parámetros eléctricos que le competen. La hipótesis que se plantea en respuesta a este objetivo es que la energía agrovoltaica conlleva a una mejora significativa en el consumo de energía eléctrica reflejado en su facturación. El diseño fue correlacional para corroborar la incidencia directa de la propuesta en los parámetros eléctricos y de consumo actuales.

Los resultados obtenidos contribuirán directamente en la reducción de pérdidas de energía y al aumento de la eficiencia en el uso de la electricidad. Además, se espera que los hallazgos de esta investigación sirvan como base para futuras decisiones en cuanto al mantenimiento y mejora de la infraestructura eléctrica en otros sectores de la universidad y en diferentes instalaciones industriales.

Palabras claves: consumo energético, energía agrovoltaica, paneles solares

ABSTRACT

The research addresses the question: What is the influence of agrivoltaics on the 250 kW irrigation system in the town of Vista Hermosa, Chupaca, 2025?

The general objective is to statistically establish the impact of agrivoltaics on the irrigation system in all its relevant electrical parameters. The hypothesis posed in response to this objective is that agrivoltaics lead to a significant improvement in electricity consumption, reflected in billing. The correlational design was used to corroborate the direct impact of the proposal on current electrical and consumption parameters.

The results obtained will directly contribute to reducing energy losses and increasing efficiency in electricity use. Furthermore, the findings of this research are expected to inform future decisions regarding the maintenance and improvement of the electrical infrastructure in other sectors of the university and in various industrial facilities.

Keywords: agrovoltaic energy, energy consumption, solar panels

ÍNDICE DE CONTENIDO

Agradecimiento	iv
Dedicatoria	v
Resumen.....	vi
Abstract.....	vii
Índice de contenido	viii
Lista de tablas.....	xii
Lista de figuras.....	xiii
Introducción	xiv
Capítulo I	16
Planteamiento del estudio.....	16
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	16
1.1.1. Problema general.....	17
1.1.2. Problemas específicos	17
1.1.3. Objetivos	17
1.1.3.1. Objetivo general.....	17
1.1.3.2. Objetivos específicos	18
1.2. Justificación	18
1.2.1. Justificación social	18
1.2.2. Justificación técnica	18
1.2.3. Justificación ambiental.....	18
1.2.4. Justificación económica	19
1.2.5. Importancia	19
1.2.6. Limitaciones de la investigación	19
1.2.7. Hipótesis y descripción de variables	20
1.2.7.1. Hipótesis general.....	20
1.2.7.2. Hipótesis específicas	20
1.2.8. Descripción de variables y operacionalización de variables	20
1.2.8.1. Variable independiente	20
1.2.8.2. Variable dependiente	21
1.2.8.3. Operacionalización de variables	22
Capítulo II	23
Marco teórico	23
2.1. Antecedentes del problema.....	23
2.1.1. Energía agrovoltáica.....	23

2.1.1.1. Antecedentes internacionales	23
2.1.1.2. Antecedentes nacionales	24
2.1.2. Sistema de riego	25
2.1.2.1. Antecedentes internacionales	25
2.1.2.2. Antecedentes nacionales	27
2.2. Bases teóricas	27
2.2.1. Energía agrovoltaica.....	27
2.2.2. Sistema de riego	28
2.3. Definición teórica.....	28
2.3.1. Energía agrovoltaica.....	28
2.3.2. Radiación de luz.....	28
2.3.3. Estación del año	30
2.3.4. Horas solares	31
2.3.5. Ubicación geográfica.....	32
2.3.6. Módulos Agrovoltaicos	33
2.3.7. Potencia	34
2.3.8. Unidad de medida de la potencia eléctrica.....	34
2.3.8.1. Fórmula para calcular la potencia eléctrica.....	35
2.3.9. Materiales tecnológicos.....	35
2.3.9.1. Elementos.....	36
2.3.10. Caída de tensión	37
2.3.10.1. Estructura del Soporte.....	38
2.3.10.2. Inversor	39
2.3.10.3. Rendimiento energético	40
2.3.10.4. Potencia Nominal.....	40
2.3.10.5. Sistema de riego	41
2.3.10.6. Tipos de riego	41
2.3.11. Tecnología en riego.....	43
2.3.12. Eficacia.....	43
2.3.13. Sostenibilidad.....	44
2.3.14. Demanda de potencia	44
2.3.14.1. Potencia instantánea.....	44
2.3.14.2. Tiempo	45
2.4. Definición de términos.....	45
Capítulo III.....	47
Metodología de la investigación	47

3.1. Método y alcance de la investigación	47
3.1.1. Método de investigación	47
3.1.2. Tipo de investigación	47
3.1.3. Nivel de investigación.....	48
3.1.4. Diseño de la investigación.....	48
3.2. Población y muestra.....	49
3.2.1. Población.....	49
3.2.2. Muestra.....	49
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	52
3.3.1. Técnicas de recolección de datos	52
3.3.2. Instrumentos de recolección de datos.....	52
3.3.3. Procedimiento de recolección de datos	53
3.3.4. Procesamiento de datos	53
Capítulo IV	54
Resultados.....	54
4.1. Resultado del tratamiento y análisis de la información.....	54
4.1.1. Demanda actual de energía en la localidad de Vista Hermosa.....	54
4.1.1.1. Evaluación de la demanda energética del sistema de riego	54
4.1.2. Datos de la muestra de 20 áreas de cultivo	56
4.1.3. Diseño del sistema agrovoltaico.....	56
4.1.3.1. Rendimiento de la generación eléctrica del sistema agrovoltaico	57
4.1.3.2. Evaluación de la radiación solar	58
4.1.3.3. Evaluación de la temperatura.....	59
4.1.3.4. Ángulo de inclinación óptimo del sistema fotovoltaico.....	61
4.1.3.5. Cantidad de paneles y potencia real entregada por el sistema fotovoltaico	62
4.1.4. Generación eléctrica del sistema agrovoltaico	63
4.2. Prueba de hipótesis	69
4.2.1. Prueba de hipótesis general	69
4.2.1.1. Estadística de muestras emparejadas HG.....	69
4.2.1.2. Correlaciones de muestras emparejadas HG.....	70
4.2.1.3. Prueba de muestras emparejadas HG.....	70
4.2.2. Prueba de hipótesis específicas	70
4.2.2.1. Hipótesis específica 1	70
4.2.2.2. Hipótesis específica 2	72
4.2.2.3. Hipótesis específica 3	73

4.3. Discusión de resultados.....	75
4.3.1. Discusión de resultado general.....	75
4.3.2. Discusión de resultado específico 1	75
4.3.3. Discusión de resultado específico 2	76
4.3.4. Discusión de resultado específico 3	77
Conclusiones	78
Recomendaciones	79
Referencias	80
Anexos	84

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Capacidad de instalación mundial del sistema.....	16
Tabla 2. Indicadores económicos del proyecto	17
Tabla 3. Operacionalización de variables	22
Tabla 4. Tipos de radiación.....	30
Tabla 5. Hora solar pico.....	32
Tabla 6. Características de panel	37
Tabla 7. Demanda eléctrica del sistema de riego de Vista Hermosa	55
Tabla 8. Datos paramétricos de 20 áreas de cultivo en la localidad de Vista Hermosa	55
Tabla 9. Rendimiento de generación del sistema agrovoltaico por mes en la zona	57
Tabla 10. Irradiación solar promedio por mes en la zona	59
Tabla 11. Temperatura promedio por mes en la zona	60
Tabla 12. Ángulo de inclinación óptimo.....	61
Tabla 13. Energía real producida por cantidad de paneles.....	62
Tabla 14. Promedio de generación agrovoltaica, segundo semestre 2025 PVSYST	63
Tabla 15. Parámetros eléctricos del sistema de riego de la localidad Bella Vista	65
Tabla 16. Parámetros eléctricos del sistema de riego con generación agrovoltaica de la localidad Bella Vista	66
Tabla 17. Estadística de muestras emparejadas para la demanda por tipo de sistema HG	69
Tabla 18. Correlaciones de muestras emparejadas para ambos tipos de sistema HG	70
Tabla 19. Prueba de muestras para ambos tipos de sistemas HG	70
Tabla 20. Estadística de muestras emparejadas por tipo de sistema HE1	71
Tabla 21. Correlaciones de muestras emparejadas para ambos tipos de sistema HE1	71
Tabla 22. Prueba de muestras para ambos tipos de sistemas HE1	71
Tabla 23. Estadística de muestras emparejadas por tipo de sistema HE2.....	72
Tabla 24. Correlaciones de muestras emparejadas para ambos tipos de sistema HE2	73
Tabla 25. Prueba de muestras para ambos tipos de sistemas HE2.....	73
Tabla 26. Estadística de muestras emparejadas por tipo de sistema HE3.....	74
Tabla 27. Correlaciones de muestras emparejadas para ambos tipos de sistema HE3	74
Tabla 28. Prueba de muestras para ambos tipos de sistemas HE3	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Línea de tiempo de los marcos legales en el mundo	16
Figura 2. Onda de luz	29
Figura 3. Distancia Sol-Tierra y fechas de la posición de la Tierra respecto al Sol	31
Figura 4. Módulos agrovoltaicos	34
Figura 5. Partes de un panel solar	36
Figura 6. Soporte de paneles	39
Figura 7. Inversor.....	40
Figura 8. Riego por aspersión	42
Figura 9. Tipos y eficiencia de riegos	42
Figura 10. Riego por goteo	43
Figura 11. Esquema del diseño correlacional	49
Figura 12. Demanda mensual de electricidad por cada área de cultivo en un mes	56
Figura 13. Rendimiento de generación mensual en Chupaca	58
Figura 14. Diagrama de barras de la irradiación solar promedio en la zona.....	59
Figura 15. Diagrama de barras de la temperatura promedio mensual.....	60
Figura 16. Ángulo de inclinación óptimo para el sistema fotovoltaico	61
Figura 17. Energía real producida por cantidad de paneles	62
Figura 18. Potencia generada por el sistema agrovoltaico en kW	64
Figura 19. Caída de tensión por área de cultivo.....	66
Figura 20. Caída de tensión por área de cultivo con sistema agrovoltaico	67
Figura 21. Comparación de interrupciones con sistema agrovoltaico y convencional	68
Figura 22. Comparación de facturación con sistema agrovoltaico y convencional	68