



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

**Diseño de un sistema fotovoltaico para suministrar energía eléctrica en I.E 16468
Caserío Campana San Ignacio, Cajamarca**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
Ingeniero Mecánico Electricista**

AUTOR:

Br. Elvis Grover Moreto La Torre (ORCID: 0000-0002-9015-5705)

ASESOR:

Mg. Fredy Dávila Hurtado (ORCID: 0000-0001-8604-8811)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, Transmisión y Distribución

CHICLAYO – PERÚ

2019

Dedicatoria

“Esta tesis va dedicado a Dios, papá y mamá que siempre estuvieron otorgándome valores de superioridad como estudiante, gracias a ellos hoy puedo ver alcanzada mi meta, siempre estuvieron apoyándome en las adversidades que tuve en mi carrera, el amor incondicional de ellos hacia mí fue lo que me motivo seguir adelante hasta el final, hermanos. Gracias por haberme impulsado en mi persona el progreso y anhelo de triunfo en la vida. Estas palabras no bastarían para agradecer su gran apoyo, sus consejos que me brindaron en los momentos más difíciles de mi vida. Ruego a dios que me de vida para darles todo lo que se merecen, por el esfuerzo que me brindaron”.

El autor.

Agradecimiento

“A dios por la vida que me da para cumplir mis metas, mis padres, quienes me inspiraron en las diferentes etapas de la vida y que dan todo sin pedir nada a cambio. Por su amor incondicional y ser un ejemplo a seguir en el aspecto personal y profesional, estoy infinitamente agradecido por su esfuerzo, por guiarme en el camino correcto para ser una persona de bien y con valores”.

Declaratoria de autenticidad

Yo, ELVIS GROVER MORETO LA TORRE.....
estudiante de la Escuela Profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA... de la
Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 46749119..... con el trabajo de
investigación titulada, “DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA.....
SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA EN I.E. 16768 CASERÍO CAMPANA...
SAN IGNACIA, CAJAMARCA”.....

Declaro bajo juramento que:

- 1) El trabajo de investigación es mi autoría propia.
- 2) Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes utilizadas. Por lo tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado ni total ni parcialmente.
- 3) El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de oro), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo...15.....de...DICIEMBRE....., 2018

Nombres y apellidos ELVIS GROVER MORETO LA TORRE

DNI 46749119

Firma 

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
PÁGINA DEL JURADO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad Problemática.....	1
1.2. Trabajos Previos	4
1.3. Teorías Relacionadas al Tema	7
1.4. Formulación del Problema	15
1.5. Justificación del Estudio.....	15
1.6. Hipótesis.....	16
1.7. Objetivos	16
II MÉTODO.....	17
2.1. Diseño de Investigación.....	17
2.2. Variables,.....	17
2.3. Población y Muestra.....	19
2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad.....	19
2.4. Validez y Confiabilidad	19
2.5. Métodos de Análisis de Datos	20
2.6. Aspectos Éticos.....	20
III. RESULTADOS.....	21
3.1. Determinar la máxima demanda de energía eléctrica de la I.E 16468.....	21
3.2. Determinar los niveles de radiación solar en la zona de estudio en el que se ubica la I.E 16468.....	26
3.3. Seleccionar los equipos electromecánicos del sistema fotovoltaico que satisfacen la demanda de energía eléctrica	46
3.4. Realizar una evaluación económica del proyecto	57
IV. DISCUSIÓN.....	61
V. CONCLUSIONES.....	62
VI. RECOMENDACIONES.....	63
VII. REFERENCIAS.....	64
ANEXOS	67
Anexo N°01 Guía de Observación	67
Anexo N°02 Guía de Observación	68
Anexo N°03 Ficha de validación de instrumentos	69
Anexo N°04 Equipos Eléctricos	73
Anexo N°05 Valor de medida de radiación solar con el solarímetro	76
Anexo N°06 Ficha técnica de características eléctricas del panel solar	77
Anexo N°07 Estructura básica de aluminio para 20 módulos fv solar.....	78
Anexo N°08 Inversor en red solar con almacenamiento de energía.....	79
Anexo N°09 Solarímetro medidor digital de radiación de energía.....	80
Acta de Aprobación de Originalidad de Tesis	81

Reporte de Turnitin.....	82
Autorización de publicación de tesis repositorio institucional.....	83
Autorización de la versión final del trabajo de investigación	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de coeficiente de electrificación en el Perú.....	2
Figura 2. Componentes de un Sistema Fotovoltaico	8
Figura 3. Componentes de una Instalación Solar Fotovoltaica	9
Figura 4. Estructura de una Celda Solar	9
Figura 5. Instalación de Inversor de Sistema Fotovoltaico	10
Figura 6. Clasificación de los Sistemas Fotovoltaicos	11
Figura 7. Diagrama de Carga en la IE 16468	25
Figura 8. Toma de ubicación donde se realizará el proyecto.....	26
Figura 9. Ubicación del Caserío Campana - San Ignacio.....	26
Figura 10. Niveles de Radiación Abril - Junio	29
Figura 11. Niveles de Radiación Julio - Septiembre	31
Figura 12. Panel Solar Marca: Kyocera de 250W 12V	48
Figura 13. Inclinación de Módulos Fotovoltaicos	49
Figura 14. Ficha Técnica de Características del Panel Solar.....	51
Figura 15. Controlador de Carga	52
Figura 16. Inversor JOMAR 12V	53
Figura 17. Batería modelo: S-550 de 554 Ah	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Potencia Instalada de cargas Eléctricas de la I.E: 16468	21
Tabla 2. Tiempo de funcionamiento de cada consumidor de energía de la I.E 16468	22
Tabla 3. Determinación de consumo de potencia (Watt).....	23
Tabla 4. Consumo de EnergíaEléctrica (Watt-Hora)	24
Tabla 5 Mediciones de valores de radiación solar, abril- junio	28
Tabla 6. Mediciones de valores de radiación solar, julio- septiembre.....	30
Tabla 7. Medición de niveles de radiación solar.....	33
Tabla 8. Valores de mediciones de radiación solar	36
Tabla 9. Variables en regresión lineal.....	39
Tabla 10. Valores para método de los mínimos cuadrados.....	42
Tabla 11. Probabilidad de Ocurrencia de Nivelde Medición.....	46
Tabla 12. Costo de Inversión	57
Tabla 14. Cálculo del Valor Actual Neto	59
Tabla 15. Cálculo de Tasa Interna de Retorno	60

Resumen

El presente proyecto de investigación denominado: DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA EN I.E 16468 CASERÍO CAMPANA SAN IGNACIO, CAJAMARCA, está enmarcado dentro de las políticas del Ministerio de Energía y Minas, en cuanto al incentivo de energías renovables no convencionales para cubrir la brecha de electrificación rural en el Perú.

El estudio empieza con la determinación de la máxima demanda de energía eléctrica en la IE. 16468, el cual es de 574 Watt, el consumo de energía de 3963 Watt – Hora, con un factor de carga de 0.43, típico del sector rural; el cálculo se determina a partir del registro de consumo horario de los artefactos eléctricos en el interior de la Institución Educativa.

Asimismo, se realiza la medición del potencial de los niveles de radiación solar, para lo cual, con un protocolo de medición, se hizo el registro de las mediciones, utilizando un equipo solarímetro calibrado, tomando mediciones en intervalos de una hora; con dicha información estadística, se determinó el nivel de radiación a utilizar en los paneles fotovoltaicos utilizando el Método Estadístico de Weibull, siendo de 6.63 KW-h/m².

Luego, con los valores de la máxima demanda, energía consumida y con el valor del nivel de radiación solar, se realizan el dimensionamiento de los dispositivos del sistema fotovoltaico, siendo necesarios 4 Módulos de 250 W, voltaje de 12 v; 3 baterías de 554 Amperios Hora, así como el inversor y el controlador de carga.

Finalmente, con los indicadores económicos se determina la viabilidad de la implementación del proyecto, siendo éstos el valor actual neto, la tasa interna de retorno y la relación beneficio costo.

Palabras Claves: Método Estadístico de Weibull, Módulo Fotovoltaico, Radiación Solar.

Abstract

The present research project called: DESIGN OF A PHOTOVOLTAIC SYSTEM TO SUPPLY ELECTRICAL ENERGY IN IE 16468 CASERÍO CAMPANA SAN IGNACIO, CAJAMARCA, is framed within the policies of the Ministry of Energy and Mines, regarding the incentive of non-conventional renewable energies to cover the rural electrification gap in Peru.

The study begins with the determination of the maximum demand for electrical energy in the EI. 16468, which is 574 Watt, the energy consumption of 3963 Watt - Hour, with a load factor of 0.43, typical of the rural sector; the calculation is determined from the hourly consumption record of the electrical devices inside the Educational Institution.

Likewise, the potential of the solar radiation levels is measured, for which a measurement protocol was used to record the measurements, using a calibrated solarimeter equipment, taking hourly interval measurements; with this statistical information, the level of radiation to be used in the photovoltaic panels was determined using the Weibull Statistical Method, being 6.63 KW-h / m².

Then, with the values of the maximum demand, energy consumed and with the value of the solar radiation level, the sizing of the photovoltaic system devices is carried out, being necessary 4 Modules of 250 W, voltage of 12 v; 3 batteries of 554 Amps Hour, as well as the inverter and the charge controller.

Finally, with the economic indicators, the viability of the implementation of the project is determined, these being the net present value, the internal rate of return and the benefit- cost ratio.

Keywords: Weibull Statistical Method, Photovoltaic Module, Solar Radiation.

Acta de Aprobación de Originalidad de Tesis



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Mgtr. Carlos Javier Ramírez Muñoz, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, Filial Chiclayo, revisor de la tesis titulada: **"DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA EN I.E 16468 CASERIO CAMPANA SAN IGNACIO, CAJAMARCA"** del estudiante **ELVIS GROVER MORETO LA TORRE**.

Constato que la investigación tiene un índice de similitud de 27% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 19 de diciembre de 2019.

FIRMA

Mgtr. Carlos Javier Ramírez Muñoz

DNI: 40546515