



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA.

“DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO, PARA LA GENERACIÓN
DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CENTRO POBLADO LA
ALGODONERA, OLMOS - LAMBAYEQUE”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

AUTOR:

RIOS LARREA JOSE FELICIANO

ASESOR:

Mg. DECIDERIO ENRIQUE DIAZ RUBIO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GENERACIÓN, TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN

CHICLAYO – PERÚ

2018

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada principalmente a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos.

A mi madre Juana y mi padre José por ser los pilares fundamentales en todo lo que soy como persona, por sus valores inculcados y por todo su apoyo incondicional perfectamente mantenido a través del tiempo.

A mi hermano que me acompañan siempre y me brinda su amor y apoyo incondicional, en cada paso que doy.

A mis amigos del grupo GDM que me apoyaron en todo momento en el transcurrir de nuestra etapa académica y hasta ahora seguimos siendo amigos.

Y por último a mis familiares, amigos y todas aquellas personas que creyeron en mí y aportaron para lograr mis metas trazadas.

José

AGRADECIMIENTO

A Dios, por estar conmigo siempre y fortalecer mi mente; a mis padres por apoyarme y darme el respaldo en mis estudios; también a mis asesores por brindarme sus conocimientos y guiarnos en nuestra formación universitaria y por último agradecer a nuestra distinguida universidad “Cesar Vallejo” por habernos abierto las puertas de este prestigioso templo del saber, cuna de buenos profesionales.

José.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

Respetando las normas establecidas vigentes de grados y títulos de la facultad de ingeniería de la Universidad Privada Cesar Vallejo. Presento este trabajo titulado:

“DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO, PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CENTRO POBLADO LA ALGODONERA, OLMOS - LAMBAYEQUE”

Los sistemas fotovoltaicos, que permiten la generación de electricidad a partir de la radiación solar, constituyen una alternativa importante en aplicaciones en que se requiere alimentar equipos eléctricos en áreas que se encuentran excesivamente alejadas de la red eléctrica, o en que las condiciones del terreno circundante imposibilitan la extensión de las líneas de transmisión para cubrir las necesidades de electrificación en estas zonas.

En el Perú, no se logra cubrir al 100% la electrificación debido a muchos factores, éstas brechas según los estudios realizados por las Instituciones pertinentes deben ser cubiertas por las energías renovables no convencionales, siendo el uso de la energía solar, una alternativa viable técnica y económica. El caserío la Algodonera no está incluido en el plan de electrificación rural en el distrito de Olmos, por lo cual, las expectativas de contar con energía eléctrica para satisfacer las necesidades básicas, serán con energía fotovoltaica.

RIOS LARREA JOSE

INDICE

Acta de sustentación.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Presentación.....	vi
Indicé.....	vii
Indicé de figuras.....	x
Indicé de tablas.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
I INTRODUCCIÓN.....	14
1.1 Realidad problemática.....	14
1.1.1 Realidad problemática internacional.....	14
1.1.2 Realidad problemática nacional.....	16
1.1.3 Realidad problemática local.....	21
1.2 Trabajos previos.....	25
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	27
1.4 Formulación del problema.....	37
1.5 Justificación del estudio.....	37
1.6 Hipótesis.....	38
1.7 Objetivos.....	38
II MÉTODO.....	39
2.1 Diseño de investigación:.....	39
2.2 Variables, operacionalización.....	39
2.3 Población y muestra.....	41
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y Confiabilidad.....	41
2.4.1 Técnicas.....	41
2.4.2 Instrumentos para la recolección de datos.....	41
2.4.3 Validez y confiabilidad de los instrumentos.....	41
2.5 Métodos de análisis de datos.....	42
2.6 Aspectos éticos.....	42

III	RESULTADOS.....	43
3.1.	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGIA ELÉCTRICA.....	43
3.2.	ESTUDIO DE LOS NIVELES DE RADIACIÓN SOLAR.....	46
3.2.1.	Ubicación Geográfica.....	46
3.2.2.	Niveles de Radiación.....	46
3.3.	CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	51
3.3.1.	Calculo de Potencia de Panel fotovoltaico.....	52
3.3.2.	Calculo del Número de Panel Fotovoltaico.....	52
3.3.3.	Cálculo y selección del banco de baterías.....	56
3.3.4.	Calculo de Selección del Regulador de Carga.....	58
3.3.5.	Calculo de selección del Inversor.....	59
3.3.6.	Calculo del Angulo de inclinación al sol.....	62
3.3.7.	Calculo de caída de tensión c.c.....	63
3.3.8.	Calculo de sección del conductor de C.C.....	63
3.3.9.	Calculo de sección del conductor de C.A.....	65
3.4.	EVALUACIÓN ECONOMICA Y FINANCIERA.....	67
3.4.1.	Inversión de la propuesta.....	68
3.4.2.	Tiempo de evaluación de la propuesta.....	68
3.4.3.	Costos de explotación.....	69
3.4.4.	Flujo de caja de la implementación de la propuesta.....	69
3.4.5.	Cálculo de las variables económicas.....	70
IV	DISCUSIÓN.....	71
V	CONCLUSIONES.....	73
VI	RECOMENDACIONES.....	74
VII	REFERENCIAS.....	75
	ANEXOS.....	77
	Datos técnicos panel solar.....	76
	Datos técnicos de batería.....	80
	Datos técnicos de regulador.....	83
	Datos técnicos del inversor.....	85
	Características de cables para instalación eléctrica.....	88

Guías de observación.....	91
Fichas de validación de instrumentos de recolección de datos.....	93
Panel fotográfico.....	98
Imagen de TURNITIN.....	99
Acta de aprobación de originalidad de tesis.....	100
Formulario de autorización para la publicación electrónica de la tesis.....	101
Autorización de la versión final del trabajo de investigación.....	102

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Matriz Producción Primaria de energía en el mundo, 2014.....	14
Figura 2 Fuentes de la energía eléctrica en el mundo, 2015	15
Figura 3 Evolución de la Energía Solar por países	15
Figura 4 Tarifas Eléctricas Residenciales en América Latina.....	16
Figura 5 Evolución del coeficiente de electrificación rural y nacional, 1995-2016.....	17
Figura 6 Coeficiente de electrificación al año 2016.....	20
Figura 8 Producción por tipo de combustible, 2016	21
Figura 9 Reubicación de caserío La Algodonera – Olmos.....	22
Figura 10 Proyección del coeficiente de electrificación en Lambayeque al 2020	24
Figura 11 Conversión energética en célula fotovoltaica	28
Figura 12 Transformaciones de la Energía.....	29
Figura 13 Componentes de la célula fotovoltaica.	30
Figura 14 Sistema Fotovoltaico de uso domiciliario.....	32
Figura 15 Onda de corriente alterna	33
Figura 16 Circuito base inversor – Puente completo	33
Figura 17 Circuito inversor	34
Figura 18 Ecuaciones fundamentales de los circuitos eléctricos.....	36
Figura 19 Triángulos de potencia.....	36
Figura 20 Diagrama de carga de la vivienda a electrificar con energía solar.....	45
Figura 21 Ubicación del caserío la Algodonera	46
Figura 22 Mapa solar del Departamento de Lambayeque.....	47
Figura 23 Reporte del tiempo, en estación meteorológica de Morrope.	48
Figura 24 Niveles de Radiación en zona de influencia del proyecto.	50
Figura 25 Módulo fotovoltaico Eagle PERC 60 300 Wp.....	53
Figura 26 Especificaciones técnicas de panel fotovoltaico	53
Figura 27 Especificaciones mecánicas de Panel Fotovoltaico	54
Figura 28 Especificaciones técnicas de la batería	57
Figura 29 Curvas de carga y descarga de la batería.	57
Figura 30 Regulador CX10	58
Figura 31 Especificaciones Técnicas Regulador de Carga CX 10.....	59
Figura 32 Inversor cargador VICTRON 12V 500W	60
Figura 33 Tabla de datos técnicos de Inversor	60
Figura 34 Estructura para paneles fotovoltaico.....	61
Figura 35 Tabla de conductores para cc de sistema fotovoltaico.....	64
Figura 36 Tabla de calibres de conductores Tipo THW	66
Figura 37 Tabla de tarifa Rural para sistemas fotovoltaicos	67

INDICE TABLAS

Tabla 1 Incremento del coeficiente de electrificación en el Perú.....	18
Tabla 2 Avances de la electrificación rural, años 2011-2012.....	19
Tabla 3 Plan Nacional de Electrificación Rural	19
Tabla 4 Coeficiente de Electrificación año 2001-2007	23
Tabla 5 Ritmo de uso de los consumidores eléctricos.....	43
Tabla 6 Ritmo de utilización de la energía	44
Tabla 7 Bases de datos climatológicos	49
Tabla 8 Costos unitarios de elemento del sistema fotovoltaico y gastos de instalación.	68
Tabla 9 Flujo de caja del proyecto propuesto.....	69

RESUMEN

El presente trabajo de tesis titulado “DISEÑO DE UNA SISTEMA FOTOVOLTAICO, PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CENTRO POBLADO LA ALGODONERA, OLMOS - LAMBAYEQUE”, propone analizar la factibilidad de índole técnico y económico, para la utilización de la energía fotovoltaica en las viviendas del mencionado centro poblado, y de esa manera satisfacer las necesidades energéticas de la población de ese lugar. El potencial del nivel de radiación analizando, que supera el valor de 6 Kwh/m², garantiza la operatividad de la central térmica solar.

La evaluación tiene como inicio de investigación, la problemática de no acceso a la energía de la red del sistema interconectado, debido a la lejanía al punto de alimentación, de aproximadamente 18 Km; con lo cual se optó con estudiar el uso de la energía fotovoltaica. El presente proyecto de investigación, se justifica técnicamente, económicamente, socialmente y ambientalmente, y en todas ellas se ha encontrado que, si se realizase el proyecto, soluciona el problema existente desde dichos puntos de vista. Las proyecciones de la demanda de energía eléctrica, y el potencial de energía solar, son los criterios para el dimensionamiento de los diferentes dispositivos electromecánicos de la central térmica.

Se plantean cuatro objetivos específicos, el primero de ellos analiza la factibilidad técnica del uso de la energía fotovoltaica, con valores de radiación solar que oscilan entre 4 y 6 KWatt-h/m², luego se realiza el cálculo de la demanda de energía eléctrica de cada vivienda proyectada para un periodo de 20 años; como tercer objetivo se realiza el cálculo y selección de los componentes electromecánicos del sistema propuesto, y finalmente se analiza la factibilidad económica utilizando indicadores económicos, los cuales muestran un VAN de S/.20,992.40, una tasa interna de retorno del 16% y la relación beneficio costo de 1.25, que son valores que hacen factible la realización del proyecto de investigación.

La factibilidad de ejecución del proyecto también busca que sea sostenible en el tiempo, con un plan de mantenimiento que será realizado por los mismos usuarios beneficiarios del proyecto.

Palabras claves: Necesidad Energética, Radiación Solar, energía fotovoltaica.

ABSTRACT

This thesis work entitled "DESIGN OF A PHOTOVOLTAIC SYSTEM, FOR THE GENERATION OF ELECTRIC ENERGY IN THE CITY CENTER OF LA ALGODONERA, OLMOS - LAMBAYEQUE", proposes to analyze the technical and economic feasibility for the use of photovoltaic energy in the dwellings of the aforementioned populated center, and in this way satisfy the energy needs of the population of that place. The potential of the radiation level analyzed, which exceeds the value of 6 Kwh / m², guarantees the operation of the solar thermal power plant.

The evaluation has as beginning of investigation, the problematic one of not access to the energy of the network of the interconnected system, due to the distance to the point of feeding, of approximately 18 Km; with which it was decided to study the use of photovoltaic energy. The present research project is justified technically, economically, socially and environmentally, and in all of them it has been found that if the project were carried out, it solves the existing problem from these points of view. The projections of the demand for electric power, and the power of solar energy, are the criteria for the sizing of the different electromechanical devices of the thermal power plant.

Four specific objectives are proposed, the first of which analyzes the technical feasibility of the use of photovoltaic energy, with solar radiation values ranging from 4 to 6 KWatt-h / m², then the calculation of the demand for electrical energy is made. each home projected for a period of 20 years; The third objective is the calculation and selection of the electromechanical components of the proposed system, and finally the economic feasibility is analyzed using economic indicators, which show a NPV of S / .20, 992.40, an internal rate of return of 16% and the ratio benefit cost of 1.25, which are values that make feasible the realization of the research project.

The feasibility of project execution also seeks to be sustainable over time, with a maintenance plan that will be carried out by the same beneficiaries of the project.

Keywords: Energy Necessity, Solar Radiation, photovoltaic energy.



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Deciderio Enrique Díaz Rubio, docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, filial Chiclayo, revisor (a) de la tesis titulada: **"DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO, PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CENTRO POBLADO DE LA ALGONODERA, OLMOS - LAMBAYEQUE"**, del bachiller:

JOSÉ FELICIANO RIOS LARREA

Constato que la Tesis tiene un índice de similitud de 20% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) 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, 07 de marzo de 2019



.....
Firma
Ing. Deciderio Enrique Díaz Rubio
16728343