



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL

**“Implementación de un sistema de generación eléctrica solar para
reducir los costos de energía mediante el uso de celdas fotovoltaicas en la
I.E.P Yo Soy Jesús – PERIODO 2014”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
INDUSTRIAL

AUTOR:

MORALES MARIÑAS, MANUEL

ASESOR:

Mag. Ing. DIXON AÑAZCO ESCOBAR

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

SISTEMA DE GESTIÓN DE EMPRESAS Y PROCESO PRODUCTIVO

LIMA - PERÚ

2014

Página de Jurado

Magister Bravo Rojas, Leonidas

Presidente

Magister Añazco Escobar Dixon Groky

Secretario

Magister Davey Talledo Leslie

Vocal

Dedicatoria:

A:

*Dios por guiarme siempre en todo lo que hago,
por darme una familia maravillosa que siempre
me apoya y está conmigo en las buenas y en las
malas, sobre todo a mis padres porque siempre
me han brindado todo lo que necesito.*

Agradecimiento:

A Dios por darme la vida, a mis padres y a mis hermanos por apoyarme siempre incondicionalmente, a mis asesores que me guiaron para poder realizar mi trabajo de tesis, y también a los que formaron mi educación a lo largo del tiempo, a mis compañeros por brindarme su amistad.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Manuel Morales Mariñas con DNI N° 40650939, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que presento es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por la cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 20 de Diciembre de 2014

MANUEL MORALES MARIÑAS

DNI: 40650939

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada **“Implementación de un Sistema de Generación Eléctrica para Reducir los Costos de Energía mediante el uso de Celdas Fotovoltaicas en la I.E.P Yo Soy Jesús-PERÍODO 2014”**, la misma que someto a vuestra consideración esperando que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de **INGENIERO INDUSTRIAL**.

De antemano gracias por su atención.

EL AUTOR

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Declaración de autenticidad.....	v
Presentación.....	vi
Resumen.....	12
Abstract.....	13
I. Introducción.....	15
Antecedentes.....	15
Justificación.....	20
Realidad problemática.....	21
1.1. Problema.....	33
1.2. Hipótesis.....	33
1.3. Objetivos.....	33
1.4. Marco teórico.....	34
1.4.1. La energía solar.....	34
1.4.2. Transferencia de Calor.....	36
1.4.3. Modos de Transferencia de Calor.....	36
1.4.4. Energía fotovoltaica en el Perú.....	36
1.4.5. Sectores Energéticos en el Mundo.....	40
1.4.6. Energías renovables.....	41
1.4.7. Energía solar fotovoltaica.....	44
1.4.8. Argumentos para la Energía Fotovoltaica.....	44
1.4.9. Aplicaciones de la Energía Solar Fotovoltaica.....	44
1.4.10. Efecto Fotovoltaico.....	45
1.4.11. Costos de energía eléctrica.....	47
1.4.12. Consumo de energía eléctrica.....	48
1.5. Marco conceptual.....	48
1.5.1. Sistema de Generación Eléctrica Solar.....	48
1.5.2. Componentes de un Sistema de Generación Eléctrica.....	49
1.5.3. Dimensionamiento de los sistemas solares fotovoltaicos.....	50
1.5.4. Aplicaciones de un Sistema de Generación Eléctrica solar.....	50
1.5.5. Ventajas Fundamentales de un Sistema de Generación Eléctrica.....	51
1.5.6. Fabricación de los módulos fotovoltaicos.....	51
1.5.7. Celdas Fotovoltaicas.....	51
II. Marco metodológico.....	54
2.1. Variables.....	54
2.2. Operacionalización de variables.....	54
2.2.1. Definición conceptual.....	54
2.3. Metodología.....	56
2.4. Tipo de estudio	56
2.5. Diseño.....	57

2.6. Desarrollo de la metodología.....	57
2.6.1. Determinación de la demanda de energía.....	57
2.6.2. Disposición de la cantidad de radiación que existe en la zona.....	59
2.6.3. Cálculo del número de módulos fotovoltaicos.....	60
2.6.4. Diseño de instalación de una planta piloto para un sistema fotovoltaico.....	62
2.7. Población, muestra y muestreo.....	65
2.7.1. Población.....	65
2.7.2. Muestra.....	65
2.7.3. Muestreo.....	65
2.8. Técnicas e instrumentos de datos.....	66
2.9. Métodos de análisis de datos.....	70
2.10. Aspectos éticos.....	76
III. Resultados.....	78
3.1. Descripción de los resultados estadísticos.....	78
3.1.1. Análisis descriptivo.....	78
3.1.2. Prueba de normalidad.....	83
3.1.3. Prueba de hipótesis estadística 1.....	84
3.1.4. Prueba de hipótesis estadística 2.....	87
IV. Discusión.....	91
V. Conclusiones.....	93
VI. Recomendaciones.....	95
VII. Referencias bibliográficas.....	97
VIII. Anexos.....	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Tarifa por sector económico (US\$ ctvs/kWh).....	22
Tabla N° 2: Matriz de selección.....	25
Tabla N° 3: Hoja de verificación.....	28
Tabla N° 4: Causas ordenadas de mayor a menor frecuencia.....	29
Tabla N° 5: Matriz de selección (causas).....	31
Tabla N° 6: Soluciones de las causas más importantes.....	32
Tabla N° 7: Estimación media mensual de la radiación solar diaria del Perú.....	39
Tabla N° 8: Ubicación geográfica, récord histórico y tipo de instrumento de medición de irradiación solar en las estaciones base.....	40
Tabla N° 9: Características de tecnologías fotovoltaicas.....	47
Tabla N° 10: Variable de operacionalización.....	55
Tabla N° 11: Registro de pagos de los últimos 48 meses de la I.E.P Yo Soy Jesús.....	58
Tabla N° 12: Distribución de las horas pico de irradiación para los meses del año.....	61
Tabla N° 13: Instrumentos y Técnicas.....	67
Tabla N° 14: Estadístico de muestra relacionada con la hipótesis estadístico 1 (PRE-PRUEBA).....	78
Tabla N° 15: Estadístico de muestra relacionada con la hipótesis estadístico 1 (POST-PRUEBA).....	79
Tabla N° 16: Estadístico de muestra relacionada con la hipótesis estadístico 2 (POST-PRUEBA).....	81
Tabla N° 17: Prueba de normalidad de la hipótesis estadística 1.....	83
Tabla N° 18: Prueba de normalidad de la hipótesis estadística 2.....	84
Tabla N° 19: Cuadro de rangos para la hipótesis estadística 1.....	85
Tabla N° 20: Prueba de hipótesis para la hipótesis estadística 1.....	85
Tabla N° 21: Cuadro de rangos para la hipótesis estadística 2.....	87
Tabla N° 22: Prueba de hipótesis para la hipótesis estadística 2.....	88
Tabla N° 23: Costos de equipos y accesorios.....	100
Tabla N° 24: Costos del kilo watt en los últimos 27 meses	102
Tabla N° 25: Comparación de los costos del kw en los años 2012,2013 y 2014.....	102
Tabla N° 26: Consumo promedio de energía eléctrica en los meses del año.....	103
Tabla N° 27: Potencia de la I.E.P Yo Soy Jesús Vs potencia del sistema fotovoltaico en los meses del año.....	104
Tabla N° 28: Costos y características de los productos.....	105
Tabla N° 29: Evaluación del proyecto de inversión en base al Valor Actual Neto.....	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Objetivo de cambio de la matriz energética al 2020.....	17
Figura N° 2: Consumo de Electricidad en GWh del 2011 (31,795.5 GWh).....	23
Figura N° 3: Diagrama de CAUSA – EFECTO.....	27
Figura N° 4: Diagrama de Pareto (causas del problema).....	29
Figura N° 5: Diagrama de Pareto (soluciones de las causas del problema).....	32
Figura N° 6: Componentes de la radiación solar terrestre total.....	35
Figura N° 7: Incidencia de radiación anual.....	38
Figura N° 8: Clasificación de fuentes de energía.....	42
Figura N° 9: Fuentes de Energías renovables.....	43
Figura N° 10: Electrificación Rural con Energía Fotovoltaica.....	45
Figura N° 11: Representación del efecto fotovoltaico.....	46
Figura N° 12: Sistema de Generación Eléctrica Fotovoltaica.....	48
Figura N° 13: Componentes de un Sistema de Energía Fotovoltaica.....	50
Figura N° 14: Esquema de una instalación fotovoltaica de forma general.....	52
Figura N° 15: Nivel de radiación en Lima.....	59
Figura N° 16: valor promedio de las horas de funcionamiento del tv.....	60
Figura N° 17: Módulo fotovoltaico de 50 w.....	62
Figura N° 18: Ángulo del panel.....	62
Figura N° 19: Orientación del módulo fotovoltaico.....	63
Figura N° 20: Tablero de control.....	63
Figura N° 21: Instalación del controlador de carga.....	64
Figura N° 22: Instalación del inversor de corriente de cc/ca.....	64
Figura N° 23: Instalación de la caja donde va la batería.....	64
Figura N° 24: Instrumentos, herramientas, materiales y accesorios.....	69
Figura N° 25: Forma de la estadística inferencial.....	70
Figura N° 26: Distribución normal T.....	74
Figura N° 27: Distribución normal Z.....	75
Figura N° 28: Histograma de potencia o consumo de energía eléctrica (PRE-PRUEBA).....	80
Figura N° 29: Histograma de potencia o consumo de energía eléctrica (POST-PRUEBA).....	80
Figura N° 30: Histograma de costos del kilo watt (PRE-PRUEBA).....	82
Figura N° 31: Histograma de costos del kilo watt (POST-PRUEBA).....	82
Figura N° 32: Gráfico de cajas del consumo de energía eléctrica del antes y después.....	86
Figura N° 33: Consumo mensual de energía convencional antes y después de la implementación del sistema.....	86
Figura N° 34: Gráfico de cajas del costo del kilo watt antes y después de la implementación del sistema.....	88
Figura N° 35: Costo promedio del kilo watt antes y después de la implementación del sistema.....	89
Figura N° 36: Proyección de la inflación 2013-2015.....	101
Figura N° 37: Tasa de interés de referencia del BCR.....	101

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Análisis económico.....	100
Anexo 2: Registro de las facturas de pago de energía eléctrica de la I.E.P Yo Soy Jesús.....	108
Anexo 3: Factura de pago del 10 de octubre del 2014.....	109
Anexo 4: Factura de pago del 10 de setiembre del 2014.....	110
Anexo 5: Factura de pago del 10 de octubre del 2013.....	111
Anexo 6: Datos de energía eléctrica.....	112
Anexo 7: Cálculo de la energía eléctrica.....	113
Anexo 8: Matriz de consistencia.....	114
Anexo 9: Registro de consumo de energía eléctrica en kw.....	115
Anexo 10: Registro de consumo de energía eléctrica en kw (PRE-PRUEBA).....	116
Anexo 11: Registro de consumo de energía eléctrica en kw (POST-PRUEBA).....	117
Anexo 12: Proforma para la adquisición de los módulos fotovoltaicos.....	118
Anexo 13: Ficha de validación del instrumento	119
Anexo 14: Costos del kilo watt implementando el sistema fotovoltaico	120

RESUMEN

La presente tesis consiste en construir una planta piloto a escala de un sistema de generación eléctrica utilizando un módulo fotovoltaico, la construcción estaría dada en la I.E.P Yo Soy Jesús, ubicado en Perú departamento de Lima – Distrito de Independencia con la finalidad de Fomentar el ahorro en el consumo de energía eléctrica convencional, Fomentar el ahorro económico de la I.E.P Yo soy Jesús, Reducir la contaminación ambiental producto de los gases contaminaste que producen la elaboración de la energía eléctrica, Promover este tipo de tecnología para la producción de energía eléctrica de forma natural y Concientizar la buena administración en el uso de la energía eléctrica.

La generación de energía eléctrica a través de un sistema fotovoltaico consiste en capturar los fotones de luz y convertirlos en energía eléctrica continua de 24 voltios y que con la ayuda de un inversor de corriente transforma esta energía en corriente alterna 220 voltios. La cantidad de energía que se puede obtener de estos módulos dependerá de una serie de factores como el clima, latitud, orientación de panel, ángulo de inclinación entre muchos más. Los componentes para implementar este sistema son los módulos fotovoltaicos que están compuestos a base de silicio, un convertidor de CC a CA, un controlador de corriente, baterías y dispositivos para proteger el sistema.

Con la implementación del sistema de energía eléctrica fotovoltaico se reducirán los costos de energía de dicha institución, dado que el costo de energía es elevado. Este sistema ayudara a cumplir los objetivos científicos que es la reducción de los costos de energía utilizando como fuente las radiaciones solares de forma natural sin producir contaminación ambiental y así mejorar la calidad de vida de las personas en este sector, igualmente dar a conocer otra alternativa de recuperación de energía a través de fuentes naturales e inagotables.

Para este proyecto de investigación se realizó un estudio minucioso con el objetivo de demostrar la reducción de los costos llegando a la conclusión luego del estudio realizado, que existe una disminución del consumo de energía eléctrica convencional (edelnor) pero la fuerte inversión en la implementación de este sistema y la variabilidad de la radiación en los diferentes meses del año hacen que el proyecto no tenga el impacto que en otros sectores tuvo.

ABSTRACT

This thesis consists in build an scale pilot plant of a system of electrical generation using a photovoltaic module. This plant would be build in I.E.P "Yo Soy Jesús" district of Independencia, city of Lima, Perú. The objectives are, Foment the saving in the conventional electricity use, Foment the money saving in I.E.P "Yo Soy Jesús", Reduce the environmental pollution from contaminant gases that make electric energy, Promote this type of tecnology for the electric energy production in a natural way, Realize of the good administration in the electric energy use.

The generation of electric energy through of a photovoltaic system consists in capture the photons of light and change them in 24 volts continuous electric energy and using an electric investor, this energy is changed in 220 alternate electricity.

The amount of energy we can get of these modules depend on a series of factors as weather, latitude, panel position, inclination angle and others.

The components to implement this system are the photovoltaic modules. They are made of silicon, a converter from CC to CA, an electric controller, battery and a device to protect the system.

Because the cost of institution electricity is very high, the implementation of photovoltaic electric energy system will reduce the cost.

This system will help to accomplish scientific objectives as reduction of cost of energy using natural solar radiation like a source without make environmental pollution and improve the life quality of people in that neighborhood. At the same time, show another choice of energy recovery through natural and endless sources. For this Project of investigation, it was made a detailed study in order to demonstrate the reduction of cost, coming to the conclusion, that there is a reduction of use of conventional energy (EDELNOR) but the impact of the Project in this place is not the same than other places, because there is a high investment in its implementation and face the variability of radiation along months of the year.