



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**

**“DISEÑO DE SISTEMA EOLICO PARA SUMINISTRAR ENERGIA ELECTRICA  
EN LA HACIENDA EL TRIUNFO - LA LIBERTAD, 2018”**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
MECÁNICO ELECTRICISTA**

**AUTOR:**

JORGE LUIS RAMOS CORREA

**ASESOR:**

ING. JAMES ZELADA PADILLA

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

GENERACIÓN, TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN

**CHICLAYO – PERÚ**

**2018**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, porque creyeron en mí, dándome buenos ejemplos dignos de superación y entrega, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final. Va para ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho por mí. Gracias por haber fomentado en mi el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

Jorge Luis

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a Dios por la vida de mis padres, también porque cada día bendice mi vida con la hermosa oportunidad de estar y disfrutar al lado de las personas que sé que más me aman, y a las que yo sé que más amo en mi vida, gracias a Dios por permitirme amar a mis padres, gracias a mis padres por permitirme conocer de Dios y de su infinito amor. Gracias a la vida por este nuevo triunfo, gracias a todas las personas que me apoyaron y creyeron en la realización de esta tesis.

## **PRESENTACION**

Ante ustedes señores miembros del jurado la presente tesis que conlleva por título:

### **“DISEÑO DE SISTEMA EOLICO PARA SUMINISTRAR ENERGIA ELECTRICA EN LA HACIENDA EL TRIUNFO - LA LIBERTAD, 2018”**

En los últimos años, los gobiernos de turno, han realizado millonarias inversiones en la infraestructura eléctrica en el ámbito rural del Perú, incrementando significativamente el coeficiente de electrificación rural desde valores menores al 40% hasta valores superiores al 80%; ésta inversión ha motivado el mejoramiento del estilo de vida de la población rural, así como también mayor acceso a la educación; sin embargo falta aún un pequeño porcentaje de comunidades alejadas que no tienen acceso a la energía eléctrica.

Estas comunidades, no están dentro del plan nacional de electrificación rural (PNER), por lo tanto el acceso a éste servicio no será por el momento del sistema eléctrico interconectado nacional; teniendo que tener alternativa de generación eléctrica.

Las alternativas de generación eléctrica, son la energía solar, la energía eólica y la energía de la biomasa; en la localidad en donde se plantea el presente estudio, las velocidades del viento son fuertes, y en las mediciones realizadas, éstas superan el valor en algunas ocasiones a los 6m/s, siendo su valor promedio superior a los 5m/s, lo cual hace posible que se pueda hacer un estudio de la factibilidad técnica y también económica de utilizar la conversión energética a partir de la velocidad del viento.

## ÍNDICE

ACTA DE SUSTENTACION.....	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACION.....	vi
ÍNDICE.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
INDICE DE TABLAS.....	x
INDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.2. Realidad problemática:.....	14
1.2. Trabajos previos.....	19
1.3. Teorías relacionadas al Tema.....	22
1.4. Formulación del Problema.....	35
1.5. Justificación del Estudio.....	36
1.6. Hipótesis.....	37
1.7. Objetivos.....	37
<b>1.7.1. Objetivo General.....</b>	<b>37</b>
<b>1.7.2. Objetivos Específicos.....</b>	<b>37</b>
II. METODO.....	38
2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	38
2.2. VARIABLES OPERACIONALIZACIÓN.....	38
2.3. Población y Muestra.....	40
2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.....	40
2.5 Métodos de análisis de datos.....	41
2.6 Aspectos éticos.....	41

III. RESULTADOS.....	42
VI. DISCUSIÓN.....	93
V. CONCLUSIONES.....	94
VI. RECOMENDACIONES.....	95
ANEXOS.....	96
ACTA DE ORIGINALIDAD DE TESIS.....	
AUTORIZACION DE PUBLICACION DE TESIS.....	
AUTORIZACION DE LA VERSION FINAL DE TRABAJO DE INVESTIGACION..	
REPORTE DEL TURNITING.....	

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de la electrificación rural en Países de América Latina .....	14
Figura 3. Evolución del coeficiente.....	17
Figura 4. Turbina Eólica .....	23
Figura 5. Geometría del aerogenerador .....	24
Figura 6. Tipos de aerogeneradores .....	25
Figura 7. Elementos del sistema eólico.....	28
Figura 8. Triángulo .....	33
Figura 9. Ubicación .....	42
Figura 9. Diagrama de Carga .....	49
Figura 10. Evolución de la velocidad.....	55
Figura 11. Intersección de la curva .....	74
Figura 12. Circuito eléctrico.....	77
Figura 13. Diagrama fasorial .....	77
Figura 14. Distribución de los imanes .....	78
Figura 15. Geometría del ala.....	82
Figura 16. Flujo de caja .....	86
Figura 17. Evolución financiera .....	92
Figura 18 Aerogenerador .....	98
Figura 19. Componentes electromecánicos .....	99
Figura 20. Componentes electromecánicos .....	100
Figura 21. Alternador.....	100
Figura 22. Soporte del aerogenerador .....	101

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Inversiones y metas.....	15
Tabla2. Generación eléctrica.....	16
Tabla3. Recurso energético .....	16
Tabla 4. Operacionalización de Variables .....	39
Tabla 5. Cargas eléctricas.....	43
Tabla 6. Tiempo de funcionamiento .....	44
Tabla 7. Máxima demanda.....	46
Tabla 8. Consumo de energía .....	47
Tabla 9. Consumo de energía .....	51
Tabla 10. Proyección del consumo .....	53
Tabla 11. Resultados de medición .....	55
Tabla 12. Velocidad del viento.....	57
Tabla 13. Velocidad del viento .....	58
Tabla 14. Velocidad del viento .....	59
Tabla 15. Velocidad del viento .....	60
Tabla 16. Velocidad del viento .....	61
Tabla 17. Velocidad del viento .....	62
Tabla 18. Velocidad del viento .....	63
Tabla 19. Velocidad del viento .....	64
Tabla 20. Velocidad del viento .....	65
Tabla 21. Velocidad del viento .....	66
Tabla 22. Distribución de Weibull .....	68
Tabla 23. Análisis Weibull .....	69
Tabla 24. Distribución de Weibull .....	70
Tabla 24. Análisis probabilístico .....	71
Tabla 26. Costo de la Inversión.....	84
Tabla 27. Flujo de Caja .....	85
Tabla 28. Valor Actual Neto.....	87
Tabla 29. Tasa Interna de Retorno.....	89
Tabla 30. Cuadro de amortización .....	90



## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1. Guía De Observación.</b> .....	96
<b>Anexo 2. Guía De Observación.</b> .....	97
<b>Anexo 3. Autorización de publicación</b> .....	102
Acta de Originalidad de Tesis.....	102
Autorizacion de Publicación de Tesis.....	103
Autorización de la Versión Final de Trabajo de Investigación.....	104

## RESUMEN

El presente proyecto de investigación denominado: "DISEÑO DE SISTEMA EOLICO PARA SUMINISTRAR ENERGIA ELECTRICA EN LA HACIENDA EL TRIUNFO - LA LIBERTAD, 2018", está enmarcado dentro de las políticas de uso de energía renovables no convencionales que el Estado Peruano a través del Ministerio de Energía y Minas incentiva en todo el ámbito de territorio del Perú, y de esa manera modificar la matriz energética.

El objeto de estudio es la conversión energética de la energía cinética del viento en energía eléctrica en los bornes de un alternador; en principio se hace la evaluación de la máxima demanda actual y la proyección para 20 años de la población de la Hacienda El Triunfo en La Libertad, en ella se pudo determinar que la máxima demanda por vivienda es de 378 Watt y el consumo de energía por día de 1974 Watt – Hora, y en el centro Poblado la máxima demanda es de 4817 Watt – Hora y el consumo de energía diario de 25492 Watt – hora.

Así mismo en la evaluación del potencial eólico, se determinó mediante mediciones a 10 y 12 metros de altura entre las 04.00 y 17 horas del día, que en este periodo la velocidad del viento es inferior a los 4m/s, incluso llegando a menos de 2 m/s a las 12.00 y 13.00 horas, sin embargo, en el periodo entre las 18.00 y 04.00 horas, la velocidad del viento supera los 6m/s inclusive. Mediante el análisis probabilístico de Weibull se determinó que la velocidad de diseño es de 5.43m/s. Se selecciona un aerogenerador con dicha velocidad (7.3m/s) de una potencia de 7000 Watt y de 300 RPM de giro.

Finalmente, el análisis económico muestra una tasa interna de retorno de 3% mensual, y una relación beneficio costo de 1.50, que indican que es factible la ejecución del proyecto.

Palabras Claves: Energía Cinética, Aerogenerador, Análisis de Weibull.

## ABSTRACT

The present research project called: DESIGN OF A WIND POWER SYSTEM TO SUPPLY ELECTRIC ENERGY IN THE HACIENDA EL TRIUNFO - LA LIBERTAD, 2018 ", is framed within the non-conventional renewable energy use policies that the Peruvian State through the Ministry of Energy and Minas encourages throughout the territory of Peru, and thus modify the energy matrix.

The object of study is the energetic conversion of the kinetic energy of the wind into electrical energy in the terminals of an alternator; In principle the evaluation of the current maximum demand and the projection for 20 years of the population of the Hacienda El Triunfo in La Libertad is made, in it it was possible to determine that the maximum demand for housing is 378 Watt and the energy consumption by Day of 1974 Watt - Hour, and in the town center the maximum demand is 4817 Watt - Hour and the daily energy consumption of 25492 Watt - hour.

Also in the evaluation of the wind potential, it was determined by measurements at 10 and 12 meters high between 04.00 and 17.00 hours of the day, that in this period the wind speed is lower than 4m / s, even reaching less than 2 m / s at 12.00 and 13.00, however in the period between 18.00 and 04.00 hours, the wind speed exceeds 6m / s inclusive. Through the probabilistic analysis of Weibull it was determined that the design speed is 5.43m / s. A wind turbine with this speed (7.3m / s) with a power of 7000 Watt and 300 RPM of rotation is selected.

Finally, the economic analysis shows an internal rate of return of 3% per month, and a cost benefit ratio of 1.50, which indicates that the execution of the project is feasible.

Key Words: Kinetic Energy, Wind Turbine, Weibull Analysis.

RESOLUCION DE VICERRECTORADO ACADEMICO N°.0011-2016-UCV-VA

Yo, MSC Ángel Marcelo Rojas Coronel, docente de la Facultad de ingeniería de UCV – Filial Chiclayo y revisor del trabajo académico (Tesis) titulado “DISEÑO DE SISTEMA EOLICO PARA SUMINISTRAR ENERGIA ELECTRICA EN LA HACIENDA EL TRIUNFO - LA LIBERTAD, 2018” del bachiller de la Escuela profesional de Ingeniería mecánica eléctrica:

**JORGE LUIS RAMOS CORREA**

Que el citado trabajo academico tiene un indice de similitud 24 %,verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, grado de coincidencias irrelevante que convierte el trabajo en aceptable y no constituye plagio, en tanto cumple con todas las normas del uso de citas y referencias establecidas por la universidad cesar vallejo.

Chiclayo, 11 de diciembre del 2018.



MSC. ÁNGEL MARCELO ROJAS CORONEL  
Docente de la facultad de ingeniería de Ucv