



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

**“Diseño de un sistema híbrido de energía renovable eólico  
fotovoltaico para satisfacer la demanda eléctrica del centro  
poblado Piedra Loza ubicado en el distrito de Salas provincia de  
Lambayeque en el departamento de Lambayeque”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**AUTOR:**

Br. Navarro Quintana, José Franco (ORCID: 0000-0002-2995-9317)

**ASESOR:**

Dr. Salazar Mendoza, Aníbal Jesús (ORCID: 0000-0003-4412-8789)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Generación, Transmisión y Distribución

**CHICLAYO – PERÚ**

**2020**

## **Dedicatoria**

Este trabajo va dedicado a todas esas personas con ganas de salir Adelante a pesar de lo difícil que se pone la situación a veces. Porque para poder llegar a obtener algo se necesita de mucho sacrificio y dedicación. Aquellos jóvenes luchadores que trabajan y estudian a la vez, para que cumplan su sueño de superación y no se den por vencidos.

**José Franco Navarro Quintana**

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios antes de todo porque Él es quien nos da la vida y la salud para poder mantenernos firmes en nuestra lucha por nuestros objetivos.

Un agradecimiento inmenso a mi familia porque siempre estuvieron de una u otra forma, dándome ánimos para poder culminar mi carrera.

Un cordial agradecimiento a esos buenos amigos que me dieron su apoyo cuando más lo necesitaba.

Y le agradezco infinitamente a mi pareja porque cuando quise desmayar ella estuvo ahí ofreciéndome su brazo firme para seguir con mi objetivo.

**José Franco Navarro Quintana**

## Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice.....	iv
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
<b>I. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>II. Método.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1. Diseño de investigación.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2. Variables .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3. Población y muestra.....</b>	<b>18</b>
<b>2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y     confiabilidad.....</b>	<b>18</b>
<b>2.5. Métodos de análisis de datos .....</b>	<b>19</b>
<b>2.6. Aspectos éticos .....</b>	<b>19</b>
<b>III. Resultados .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1. Demanda de energía en Centro Poblado Piedra Loza .....</b>	<b>20</b>
<b>3.2. Cálculos para Puntos de iluminación y su consumo.....</b>	<b>20</b>
<b>3.3. Estudio de los recursos eólico y solar del centro poblado Piedra     Loza.....</b>	<b>22</b>
<b>3.4. Dimensionamiento del SHEFV.....</b>	<b>30</b>
<b>IV. Discusión .....</b>	<b>45</b>
<b>V. Conclusiones.....</b>	<b>46</b>
<b>VI. Recomendaciones.....</b>	<b>47</b>
Referencias.....	48
Anexos.....	53

## Índice de Tablas

Tabla 1: Coeficiente de rugosidad.....	8
Tabla 2: Operacionalización de Variables .....	16
Tabla 3: Técnicas e Instrumentos de investigación .....	18
Tabla 4: Tasa de Crecimiento Poblacional Provincia de Lambayeque .....	21
Tabla 5: Pronóstico de energía diaria durante 20 años continuos.....	21
Tabla 6: Frecuencia de velocidad de Viento Mes de Junio.....	25
Tabla 7: Frecuencia Relativa Acumulada de Velocidad de Viento.....	26
Tabla 8: Datos para la Regresión Lineal .....	27
Tabla 9: Probabilidad de horas de velocidad de viento en el mes de Junio.....	29
Tabla 10: Energía Brindada por ENAIR E70 PRO mes junio .....	31
Tabla 11: Balance Energético en el Mes Crítico Junio .....	33
Tabla 12: Balance energético en el Mes con Mayor viento Noviembre .....	33
Tabla 13: Características Eléctricas Panel ERA SOLAR 320W.....	34
Tabla 14: Caída de Tensión Permitida por Tramos en Instalación Fotovoltaica ....	41
Tabla 15: Datos técnicos Conductor NYY Dúplex .....	42
Tabla 16: Presupuesto Para Suministros de Materiales del SHEFV .....	43
Tabla 17: Costo Directos del SHEFV .....	44

## Índice de Figuras

Figura 1: Radiación Solar Piedra Loza .....	23
Figura 2: Velocidad de Viento a 100m .....	24
Figura 3: Velocidad de Viento Promedio Mensual año 2018 .....	25
Figura 4: Velocidad vs Frecuencia Relativa Acumulada.....	26
Figura 5: Reajuste Lineal .....	28
Figura 6: Distribución de Weibull.....	29
Figura 7: ENAIR E70 PRO .....	30
Figura 8: Curva de Potencia ENAIR E70 PRO 5kW .....	31
Figura 9: Controlador Fotovoltaico MPPT Victron 150V 100 A.....	37
Figura 10: Batería Rolls 12CS11P 503 Ah .....	39
Figura 11: Inversor Must Solar 6kW .....	40

## Resumen

El objetivo principal de esta tesis es utilizar como recursos para generar electricidad para el centro poblado Piedra Loza ubicado en el distrito de Salas provincia de Lambayeque departamento de Lambayeque al viento y al sol ya que son fuentes inagotables de energía, con el fin de solucionar el problema de falta de energía eléctrica en el centro poblado.

Luego de realizar una serie de cálculos obtuvimos que la energía promedio diaria proyectada para el centro poblado Piedra Loza es de 20068 KWh/día para 28 viviendas, un local comunal y un centro educativo inicial.

La máxima demanda calculada es de 9290 kW. Los datos de viento obtenidos fueron recolectados de la estación meteorológica automática de Lambayeque para los meses de junio y noviembre, meses de menos y mayor velocidad de viento promedio respectivamente, con cuyos datos se realizó el estudio probabilístico de WEIBULL para poder determinar la frecuencia de las velocidades de viento y calcular así la energía entregada por el aerogenerador.

Con respecto a la radiación solar promedio se ha tomado en cuenta el Atlas Solar del Perú donde para el departamento de Lambayeque se tiene como valor crítico de 5 kWh/ m<sup>2</sup>/día como también consultamos el software Meteonorm que funciona colocando las coordenadas geográficas del lugar arrojando así el valor crítico de 4.72 kWh/ m<sup>2</sup>/día.

Después de realizar toda una serie de cálculos podemos determinar los diferentes componentes de nuestro sistema de generación los cuales son: 01 generador eólico modelo ENAIR E70 PRO de 5kW, 16 paneles solares modelo ERA SOLAR de 320 Wp, 16 baterías modelo RITAR de 503 Ah, 02 controladores modelo MPPT modelo VICTRON 150V 100A y 02 inversores modelo Must Solar de 6kW.

El costo total de nuestro SHEFV es de S/. 194,871.10

**Palabras clave:** Inversor, fotovoltaico, energías renovables, contaminación cero.

## Abstract

The main objective of this thesis is to use as resources to generate electricity for the population center Piedra Loza located in the district of Salas province of Lambayeque department of Lambayeque to the wind and the sun since they are inexhaustible sources of energy, with the purpose of processing the problem of lack of electricity in the populated center. After carrying out a series of calculations, we obtained that the average daily energy projected for the Piedra Loza population center is 20068 KWh / day for 28 homes, a community location and an initial educational center. The maximum demand calculated is 9290 kW. The wind data were collected from the automatic weather station of Lambayeque for the months of June and November, months of less and higher average wind speed respectively, with our data being the probabilistic study of WEIBULL to determine the frequency of the speeds of wind and calculate the energy delivered by the wind turbine. Regarding the average solar radiation, the Solar Atlas of Peru has been taken into account, where the department of Lambayeque has a critical value of 5 kWh / m<sup>2</sup> / day, as well as consulting the Meteonorm software that works by placing the geographical coordinates of the place, thus throwing the critical value of 4.72 kWh / m<sup>2</sup> / day. After carrying out a whole series of calculations we can determine the different components of our generation system which are: 01 wind generator ENAIR E70 PRO model of 5kW, 16 solar panels model ERA SOLAR of 320 Wp, 16 batteries RITAR model of 503 Ah, 02 controllers model MPPT model VICTRON 150V 100A and 02 inverters model Must Solar of 6kW. The total cost of our SHEFV is S /. 194,871.10

**Keywords:** Inverter, photovoltaic, renewable energy, zero pollution.





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Yo, **ING. SAMILLAN RIVADENEIRA RICHARD HAMILTON**, docente de la Facultad de **INGENIERÍA Y ARQUITECTURA** de la Escuela Académico Profesional de **INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA** de la Universidad César Vallejo Chiclayo, revisor (a) del trabajo de investigación titulado:

**“Diseño de un sistema híbrido de energía renovable eólico fotovoltaico para satisfacer la demanda eléctrica del centro poblado Piedra Loza ubicado en el distrito de Salas provincia de Lambayeque en el departamento de Lambayeque”.**

Del estudiante **Navarro Quintana, José Franco**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **13 %** 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 el proyecto de investigación cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 19 de abril 2021

---

MSc. Richard Hamilton Samillan Rivadeneira  
DNI: 16718092