



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Dimensionamiento de un Sistema de Energía Eólica para
suministrar electricidad al Caserío de Huacaday - Otuzco - La
Libertad, 2022.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE :

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Montañez Mallqui, Mario Rodolfo Nombres (orcid.org/0000-0002-0542-9602)

ASESOR:

Mg. Sifuentes Inostroza, Teofilo Martin (orcid.org/0000-0001-8621-236X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, Transmisión y Distribución

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO — PERÚ

2023

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres, a mi esposa y a mi hijo porque sin el apoyo incondicional no habría podido lograr cada uno de mis objetivos. El tenerlos conmigo es lo que me da las fuerzas para seguir adelante y seguir luchando por mis objetivos. Por eso amada familia esta investigación va dedicada a ustedes.

AGRADECIMIENTO

Agradecer infinitamente a mi amada familia a mis padres, a mi esposa, a mi hijo y a mi hermana, porque en mis peores momentos me tendieron su mano de apoyo y siempre estuvieron conmigo, y hoy en este paso tan importante no es la excepción, incondicionalmente brindándome su apoyo, gracias infinitas mí amada familia.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación	13
3.2. Variables y Operacionalización.....	13
3.3. Población, muestra y muestreo	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	13
3.5. Procedimientos	14
3.6. Método de análisis de datos.....	14
3.7. Aspectos técnicos.....	14
IV. RESULTADOS	15
4.1. Determinar el consumo de energía eléctrica y su máxima demanda	15
4.1.1. Máxima Demanda Proyectada	19
4.2. Analizar el recurso Eólico para su uso eficiente en la generación de energía eléctrica	21
4.3. Identificar y determinar los equipos del sistema de generación de energía eólica	25
4.4. Simular la factibilidad del suministro de energía eléctrica por medio de la generación eólica.....	33
4.5. Realizar el estudio de costos	34
V. DISCUSIÓN	42
VI. CONCLUSIONES.....	46
VII. RECOMENDACIONES.....	47
REFERENCIAS.....	48
ANEXOS.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Demanda Energetica de 1er Morador.....	15
Tabla 2	Demanda Energética 2do Morador.....	16
Tabla 3	Demanda Energética 3er morador.....	16
Tabla 4	Demanda Energética 4to morador.....	17
Tabla 5	Demanda Energética 5to morador.....	17
Tabla 6	Demanda Energética del 6to morador	18
Tabla 7	Demanda Energética del 7mo morador	18
Tabla 8	M.D. proyectada a 20 años.....	20
Tabla 9	Ficha de Observación - 1.....	21
Tabla 10	Ficha de Observación - 2.....	22
Tabla 11	Ficha de Observación - 3.....	23
Tabla 12	Ficha de Observación - 4.....	24
Tabla 13	Coeficiente de Funcionamiento CP	26
Tabla 14	Caracteristicas Tecnicas del Aerogenerador.....	28
Tabla 15	Componentes del Aerogenerador.....	31
Tabla 16	Sistema de generación Eólica	34
Tabla 17	Ficha de Mantenimiento.....	36
Tabla 18	Inversión.....	37
Tabla 19	Energía ingresada al sistema	38
Tabla 20	Ingresos por venta de Energía Eléctrica.....	39
Tabla 21	Análisis de Ingresos y Egresos.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Partes de un aerogenerador	9
Figura 2 <i>Tipología de Aerogenerador</i>	10
Figura 3 Orientación de los Aerogeneradores	11
Figura 4 Modelo de Aerogeneradores por el número de paletas	12
Figura 5 Límite de Betz.....	29
Figura 6 Rendimiento Aerodinámico.....	30
Figura 7 Averías de un Aerogenerador	35

RESUMEN

El trece por ciento de la población mundial no tiene acceso a la electricidad, y las áreas más alejadas de las ciudades, como las áreas rurales, se ven particularmente afectadas. Según el último informe del Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI), el 4.3 por ciento de la población no tiene acceso a la energía eléctrica, mientras que el 17,8 por ciento de la población rural no tiene acceso al alumbrado público. Cabe señalar que estos temas afectan el desarrollo del país. (Karolynne, Camila, Jamalí, & Wilmer, 2022).

La investigación se desarrolló a cabo en el caserío de Huacaday – Otuzco, Región La Libertad.

El objetivo principal del estudio fue realizar un dimensionamiento de un sistema de generación eólica para suministrar electricidad al caserío de Huacaday, donde se buscó obtener resultados óptimos para abastecer una máxima demanda anual de 19875 KW/h y con una proyección de crecimiento anual poblacional según INEI de 0.01% con una máxima demanda proyectada a 20 años de 24011.7 KW/h. ya que actualmente cuentan con un sistema de electrificación deficiente, y con este proyecto se busca aportar en parte, en la mejora de calidad de vida y fomentar a preservar el medio ambiente.

El diseño de la investigación es de tipo aplicada no experimental, ya que se realiza la manipulación de la variable independiente, con el propósito de redactar el modo con que se produce un acontecimiento. También se considera un diseño de la investigación cuantitativo teniendo como datos estadísticos una parte de la población.

El caserío de Huacaday tiene una población de 160 moradores, 40 domicilios, en el cual cuentan con un servicio de energía muy deficiente. Para realizar el trabajo de estudio se tomó en consideración 7 viviendas como muestra.

En la recopilación de datos se utilizaron como métodos; la técnica de la encuesta y fichas de observación.

El resultado a llegar de dicha investigación es obtener los estudios favorables para cubrir la demanda eléctrica del centro caserío Huacaday a través de la generación eólica.

Palabras clave: Energía eólica, Energía eléctrica y Aerogenerador.

ABSTRACT

13 percent of the world's population does not have access to electricity, with areas furthest away from cities, such as rural areas, being particularly affected. According to the latest report from the National Institute of Statistics and Informatics (INEI), 4.3 percent of the population does not have access to electricity, while 17.8 percent of the rural population does not have access to public lighting. It should be noted that these issues affect the development of the country. (Karolynne, Camila, Jamali, & Wilmer, 2022).

The following was carried out in the hamlet of Huacaday - Otuzco, La Libertad region.

The main objective of the study was to carry out a dimensioning of a wind generation system to supply electricity to the Huacaday hamlet, where it was sought to obtain optimal results to supply a maximum annual demand of 19875 KW/h and with a projection of annual population growth according to INEI of 0.01% with a maximum projected demand in 20 years of 24011.7 KW/h. since they currently have a deficient electrification system, and this project seeks to contribute, in part, to improving the quality of life and promoting the preservation of the environment.

The design of the research is of a transversal non-experimental applied type, since the manipulation of the independent variable is carried out, with the purpose of writing the way in which an event occurs. A quantitative research design is also considered, having a part of the population as statistical data.

The Huacaday hamlet has a population of 160 residents, 40 homes, in which they have a very deficient energy service. To carry out the study work, 7 houses were taken into consideration as a sample.

In the data collection were used as methods, the survey technique and observation sheets.

The result to come from this investigation is to obtain favorable studies to cover the electricity demand of the Huacaday village center through wind generation.

Keywords: Wind energy, Electric energy, and Wind turbine.

I. INTRODUCCIÓN

El sector energético de Perú ha logrado un progreso asombroso en las últimas dos décadas. El suministro eléctrico aumento del 45% en mil novecientos noventa al 96% en junio de dos mil diecinueve, con una mejor calidad y eficiencia prestando el servicio. Estas mejoras son posibles, gracias al proceso de privatización posterior a la reforma que comenzó en 1992. Al mismo tiempo, los precios de la electricidad se mantuvieron en línea con los permisos latinoamericanos. Sin embargo, todavía hay muchos desafíos. Principalmente el potencial sin explotar de muchas fuentes de energía renovable, incluidas las energía hidráulica, eólica y solar. El ámbito regulatorio de las energías renovables fomenta estas tecnologías, pero en cantidades muy limitadas, ya que una mayor oferta significara un aumento de los costos energéticos domésticos. En 2020, Perú ocupó el puesto 34 entre los mayores productores de potencia hidroeléctrica de la tierra, con una amplitud instalada de 7 GW; los 50 mayores productores de potencial eólico del mundo, con un aforo instalado de 0,37 GW; ocupa el puesto 53 en producción de energía solar en el mundo, con una capacidad instalada de producción de 0,33 gigavatios. Se ha observado que la capacidad de generación se divide en partes iguales entre fuentes térmicas e hidráulicas; la evolución de esta generación ya se ha venido plasmando en el país en base a pasos de centrales eléctricas a gas natural, favorecidas por la elaboración del terreno gasífero de Camisea en la selva amazónica. El Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) ha venido progresando hasta el 85% de los habitantes, con algunas redes “aisladas” que cubren la diferencia del territorio. Aunque las inversiones en generación, transmisión y distribución del potencial eléctrico urbana son en gran parte privadas, los recursos de electrificación campestre solo proceden de requerimientos públicos en Perú. Si bien cierto el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional tiene un despliegue lineal en la provincias y departamento, pero hay lugares rurales aislados donde la energía eléctrica no llega con suficiente calidad, por lo que he visto la necesidad de tener un sistema de respaldo para las horas de máxima demanda, para subsanar las intermitencias de energía eléctrica que actualmente se producen. Sector

Eléctrico en el Perú. (2022, 27 de julio). Por lo tanto, se formula el siguiente problema: ¿De qué manera influirá el dimensionamiento de un sistema de energía eólica para suministrar electricidad al caserío Huacaday – Otuzco – La Libertad?

De acuerdo a la realidad problemática descrita y la necesidad de investigación se justifica el estudio, ya que es importante porque con la escala del sistema eólico para el caserío de Huacaday – Otuzco; se ofrece la probabilidad adicional de emplear fuentes de energía alternativas, asimismo se proveerá la energía eléctrica necesaria; entonces desde el tema de vista social podemos justificar manifestando que expandir el sistema de generación de energía eólica, traerá ventajas beneficiosas en términos de aumentar la índole de historia de las personas, solucionar las intermitencias de energía; desde la parte tecnología justificamos que la necesidad de utilizar nuevas fuentes de energía lleva a la búsqueda de energía solar y eólica. Tal exploración puede promover el uso de esta energía renovable como acontecimientos de investigación científica. En el ámbito ambiental se justifica con implementación de esta investigación se reducirá el uso de energía tradicional y así se aminorará el choque perjudicial sobre el medio ambiente.

Luego de haber justificado los recursos para la investigación vamos a identificar un objetivo general: Dimensionar un sistema de generación eólico para suministrar energía eléctrica al caserío de Huacaday, distrito y provincia de Otuzco, región la Libertad. Para llegar a determinar este objetivo debemos tener en cuenta los siguientes objetivos específicos: i). Determinar el consumo de energía eléctrica diaria y su máxima demanda. ii). analizar el recurso eólico para su uso eficiente en la generación de energía eléctrica. iii). Identificar y determinar los equipos del sistema de generación de energía eólica. iv). simular la factibilidad del suministro de energía eléctrica por medio de generación eólica. v). Realizar el estudio de costos. Por consiguiente, generamos la siguiente hipótesis: el dimensionamiento de un sistema de energía eólica influirá, para proyectar el suministro de electricidad al caserío de Huacaday -Otuzco-La Libertad.

II. MARCO TEÓRICO

En los antecedentes se tuvo en cuenta los siguientes trabajos de investigación: (Vidal, 2019) En su tesis denominada: “Dimensionamiento de un aerogenerador Savonius para uso doméstico”, realizado en la Universidad Politécnica de Valencia; el objetivo primordial de esta tarea es el dimensionamiento (mecánico, eléctrico y electrónico) de un aerogenerador de eje vertical tipo Savonius de bajo coste para producir potencial eléctrico a baja presión. Por un lado, los aerogeneradores deben ser funcionales y aptos para la producción y almacenamiento de electricidad en baja tensión, por otro lado, deben ser económicamente viables. Vidal concluye que el proyecto muestra que la potencia media anual y ponderada de este aerogenerador esta entre 3 y 6 watts, con una rapidez media del aire esta entre 4 y 5 metro/segundos. la producción eléctrica anual fue de 27,86 kWh y 54,4 kWh respectivamente. Estos valores están entre el 1% y el 2% del consumo eléctrico anual del hogar, lo que corresponde a 200 kWh de electricidad al mes.

Asimismo, (Avila, 2016) en su trabajo de investigación: “Diseño de un aerogenerador de tipo doméstico”, desarrollado en el Instituto Tecnológico de Pachuca, estableció como objetivo general, que la generación de electricidad a partir de aerogeneradores; está diseñado para ofrecer un rendimiento superior al habitual y proporcionar una red residencial de 2.5 kW al menor coste posible. Obtuvo resultados, que el perfil aerodinámico utilizado para este aerogenerador es el NACA simétrico tipo 0012 porque es más fácil de construir y también se puede utilizar para aerogeneradores pequeños o de baja potencia. El ángulo de ataque máximo permitido α para el diseño de la pala estará entre 5° y 9° , que está determinado por la simulación de ANSYS, cuando mayor sea el ángulo de ataque, menos sustentación y más arrastre que puede causar eficiencia. Problemas en el aerogenerador, con una longitud de ala de 3,2 m y un diámetro de 6,4 m, que está determinado por la rapidez del aire en territorio, proporciona la potencia necesaria (2,5 kW) si en uso de un paquete de batería.

De igual forma (Adan, 2019), en su tesis:” Proyecto de un sistema eólico para suministrar y ahorrar energía al fundo Chucupe – Lambayeque”, tiene un objetivo común, dimensionar un método de energía eólica, para suministro

eléctrico fundo Chucupe, concluye que usando un anemómetro digital 12 horas al día, se obtuvieron velocidades más altas entre las 14:00 y las 19:00 con datos de viento medidos en el terreno a diez metros sobre el suelo. Luego, usando la teoría de la repartición de Weibull, se determinó que la rapidez promedio era de 4,49 m/s y por lo tanto se obtuvo una potencia eólica de 348,9 W para la zona de estudio. Con base en la velocidad de rotación promedio, se utilizó un ventilador Bonnet con una potencia de 1500 W. combinado con el valor de la potencia eléctrica y la tensión de salida del ventilador, se identificó y se seleccionó el controlador de carga de 24Voltios-0A. Al combinar el valor de energía requerido, la complicación de descarga del acumulador y la tensión de los acumuladores, se determinaron seis acumuladores de 100 Amp-hr. Nuevamente, el inversor de 500 VA se calcula en función de la demanda máxima y un componente de seguridad de 1,2.

Por ello (Jesús, 2018), con su investigación denominada: “diseño de un sistema híbrido de energía eólica fotovoltaica para dotar de potencial eléctrico al centro de nueva esperanza en el distrito de Catache- Santa Cruz – Cajamarca”, trata de identificar un sistema híbrido de energía eólica fotovoltaica que alimenta el nuevo núcleo de población Esperanza emplazado en la zona de Catage, provincia de Santa Cruz-Cajamarca. Concluye que el centro poblado Nueva tiene una demanda energética media diaria de 12.840 kWh/día. 33 casas diseñadas, 01 iglesia, 01 comunidad local, 01 centro de educación primaria. Sistema híbrido de energía eólica fotovoltaica consta de 1 aerogenerador ENAIR 70 PRO, paneles solares de 18,190 Wp, acumuladores de 08,503 Amp-h, 1 controlador de carga y 1 inversor 48/5000- 230 Voltios.

Así mismo (Alfonso, 2016) en su estudio denominado: “Estudio técnico-económico de micro generación eólica para generación compartida en la red eléctrica de Shirac – Cajamarca”, tuvo como objetivo; estudio técnico-económico de generación de energía micro eólica lista para usar como generación compartida en la red de la provincia de Cajamarca Chirac. Concluye que debido al alto potencial eólico de la zona de estudio con una rapidez media del aire de hasta 12 metros x segundo, es posible utilizar generación distribuida a partir de micro generación eólica.

También (Elier, 2020) en su tesis denominada: "Diseño de sistemas eólicos para suministro eléctrico I.E. Fray Martin de Porres distrito de Huarmaca-Huanca bamba-Piura"; Dirigido a dimensionar un sistema de energía eólica que utilice recursos eólicos para suministrar energía, concluye que el aerogenerador ENAIR E200L está determinado por curva de 10kW, potencia nominal, suma de tres partes, este modelo y marca de verificación es especialmente seleccionado, y su velocidad de pulso es de 1,85m/s. la potencia total suministrada por el generador durante el análisis fue de 347297,9074Wh. Divida por treinta por día para una potencia equilibrada = 11493, 67948w.h.

Los antecedentes fijados anteriormente, obligan a considerar algunas teorías sobre el tema de investigación, tales como:

- Energías Renovables: son fuentes de energía a partir de recursos naturales que se repone más rápido de lo que se utiliza. La luz del sol y el viento son ejemplos de estas fuentes, estas fuentes se renuevan continuamente. Los recursos de energía renovable son cuantiosos y se pueden descubrir en cualquier ambiente. (Naciones Unidas, 2022)
- Energía Eólica: convertida en un recurso inagotable. En electricidad es una inversión sostenible y valiosa al futuro. Para aprovechar la energía del viento, se deben instalar parques eólicos. (Iberloa, 2022)

El desarrollo inicia con las turbinas eólicas colocadas para maximizar la energía eólica en función de los datos recopilados de las palas del rotor y los anemómetros, y se abren las torres. Luego, el aire hace rotar las aspas. Las palas están ensambladas a un rotor y el rotor está acoplado a una caja de cambios, lo que aumenta la rapidez de rotación a miles de giros por minuto. Esta potencia cinética se transmite a un generador, que la transforma en electricidad, que eleva la torre hasta su base, aumentando la tensión a través de la subestación y la inyecta a la red de distribución. (Ente nacional para la energía eléctrica, 2018).

Así, para calcular el potencial Eólico utilizamos la expresión:

$$Pd = \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot v^3 \quad \dots \text{Ec. 1}$$

Por lo tanto:

Pd: Capacidad eólica (*W*)

ρ: Densidad del viento (*kg/m³*)

A: Área (*m²*)

v: Rapidez del viento (*m/s*)

Ecuaciones para definir velocidades a alturas distintas:

$$v(k) = v(kr) * (\text{Ln} ((k ko)) / (\text{Ln} (kr zo))) \quad \dots \text{Ec. 2}$$

Donde:

V (k): Velocidad del aire a la altitud deseada.

V (kr): Velocidad del aire en el nivel de referencia.

K: Altura de la rapidez requerida.

Kr: Altura de referencia.

Ko: Longitud de rugosidad a favor del viento.

Cálculo de banco de baterías en serie:

$$NBs = \frac{VN_s}{VN_b} \quad \dots \text{Ec. 3}$$

Donde:

NBs: Número de acumuladores en serie.

VNs: Tensión del sistema.

VNb: Tensión de cada acumulador.

Diseño del almacenamiento de acumuladores en paralelo:

$$Nbp = \frac{C_{banco}}{C_{batería}} \quad \dots \text{Ec. 4}$$

Donde:

Cbanco: Capacidad de un almacenamiento de acumuladores corregida.

Cbateria: Capacidad de los acumuladores.

Nbp: Numero de acumuladores en conexión paralela.

El número total de baterías a utilizar se determina mediante la siguiente fórmula:

$$NBT = Nbs * Nbp \quad \dots \text{Ec. 5}$$

Donde:

NBT: Capacidad del almacenamiento de acumuladores corregido.

Nbs: Cantidad de acumuladores en serie.

Nbp: Número de acumuladores en paralelo. (Cespedes Coylo, 2019)

Componentes de un Aerogenerador:

El Inversor. Este equipo tiene el trabajo de convertir la tensión de entrada, baja tensión (12 y 24 voltios) a voltajes de salida altos (110 y 220 voltios).

Fórmula para calcular el inversor:

$$IR = 1.25 \frac{PCA}{Fp} \quad \dots \text{Ec. 6}$$

Donde:

PCA: Potencia

FP: Factor de potencia

IR: inversor elegido (Cespedes Coylo, 2019)

Como partes integrantes de un sistema de energía eólico, podemos diferenciar:

La Góndola. El chasis primordial del aerogenerador está situado en la parte alta de la torre y alberga los componentes electromecánicos indispensables para transformar la rotación del rotor en energía eléctrica. (Renovetec, 2010)

El Buje. Es la conexión entre las alas y el eje principal y por lo tanto el transmisor de las fuerzas del viento en la góndola.

(RENOVETEC, <http://www.renovetec.com/articulos/partesaerogenerador.html>., 2018)

Eje de velocidad baja. Enlaza al cubo del rotor, con el multiplicador. En una turbina eólica moderna de seiscientos kilovatios, el rotor gira muy lentamente entre diecinueve y treinta revoluciones por minutos (RPM). El eje tiene líneas hidráulicas que operan los frenos del aire.

El multiplicador. Es un elemento de una turbina eólica que aumenta el número de rotaciones del conjunto de cubo y pala, dividiendo la fuerza del eje de manera uniforme. (Wikipedia, 2021)

Eje de rapidez alta. Acuta a unos mil quinientos rpm. Y alimenta un generador. Está implementado con un disco de freno mecánico de emergencia. (Parque Eólico Experimental Sotavento, 2020)

Generador eléctrico. Puede ser un generador asíncrono o de inducción. Las turbinas eólicas modernas suelen tener una potencia máxima de quinientos a mil quinientos kilovatios. (Energía Eólica, 2011)

El controlador electrónico. Consta de varias computadoras que monitorean continuamente la condición de la turbina eólica y recopilan estadísticas sobre su funcionamiento; como sugiere el nombre, el controlador también controla los numerosos interruptores, bombas hidráulicas, válvulas y motores de la turbina. (Danish Wind Industry Association, 2003)

La unidad de refrigeración. Se requiere unidades de refrigeración, ventilador eléctrico, para enfriar el generador, ya que todo el mecanismo que funciona en la turbina eólica genera calor. También contiene un refrigerante que refresca el aceite usado en la transmisión. (Como Funciona, 2022)

La torre. Sujeta la góndola y rotor; una torre alta suele ser una ventaja porque la rapidez del viento se incrementa a medida que te alejas del suelo. Una turbina moderna de seiscientos kilovatios tendrá una torre de cuarenta a sesenta metros (elevación de un edificio de trece a veinte pisos). (ACCIONA, 2020)

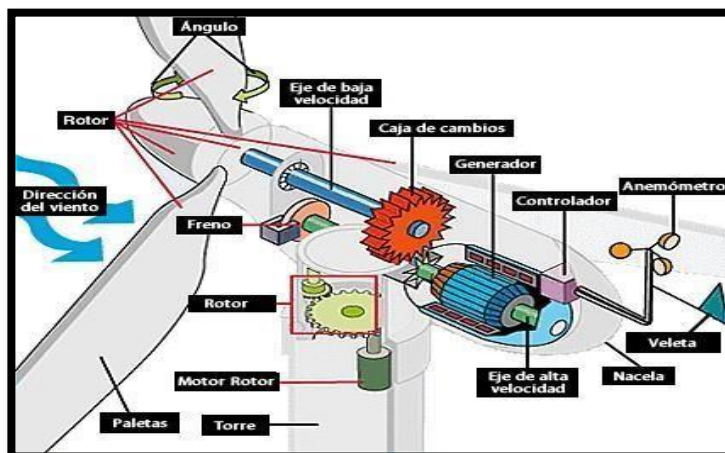
Mecanismo de orientación. Es accionado mediante el controlador electrónico que usa una veleta para monitorear la dirección del viento. (Energía Eólica, 2011)

El anemómetro y la veleta. Dispositivo que se usa para medir la dirección y velocidad del aire en el plano horizontal. Gira las tres copas para cronometrar la rapidez del aire y generar la señal de voltaje de CA sinusoidal que sea directamente proporcionado a la rapidez del aire. (Feria Virtual, 2019)

Aerodinámica en aerogeneradores. En la mayoría de las turbinas eólicas modernas, el rotor consta de palas de rotor y un cubo ubicado sobre la torre y la góndola. Se hace principalmente para que el flujo de viento detrás de la torre es muy inestable (turbulento). (Energía Eólica, 2011)

Figura 1

Partes de un aerogenerador



Fuente: (ResearchGate, 2022)

Sustentación. Un avión puede volar porque el aire que se desliza a lo largo de la superficie superior del ala se mueve más rápido que el aire en la superficie inferior. Esto significa que hay menos presión en la superficie superior, lo que crea sustentación, la presión hacia arriba que permite que el avión vuele. La sustentación es vertical a la trayectoria del viento.

Perdida de sustentación. En cambio, el aire gira en un vértice irregular, también llamado turbulencia. La sustentación creada por la poca presión en el área del ala desapareció repentinamente. Esta rareza se llama pérdida de sustentación. Fuerza aerodinámica. Sin embargo, los investigadores de aeronaves y palas de rotor se inquietan de algo más que la sustentación y la pérdida. También se centran en el arrastre, que en términos técnicos se llama arrastre. La resistencia aerodinámica generalmente aumenta a medida que aumenta el área contra el sentido del desplazamiento.

Tipología de los aerogeneradores. Hoy en día, las turbinas eólicas vienen en una amplia variedad de diseños, que difieren en la potencia que proporcionan, el número de palas e incluso la forma en que generan electricidad (solas o directamente conectadas a una red de distribución de electricidad tradicional). Por lo tanto, se pueden clasificar según distintos principios:

i) Por clasificación de los aerogeneradores:

Eje Vertical: su particularidad primordial es que el eje de giro es perpendicular al suelo. También reciben el nombre de “VAWT”, que corresponde a las siglas en ingles de “turbinas eólicas de eje vertical”. Estos aerogeneradores se dividen en tres tipos: Derrieus, Panemonas y Savonius.

Eje Horizontal: son los más comunes y la mayor parte del trabajo de diseño se ha centrado en ellos en los últimos años. También se denominan “HAWT”, que corresponde a las siglas en ingles de “aerogeneradores de eje horizontal”. (Energía Eólica, 2011)

Figura 2

Tipología de Aerogenerador



Fuente: (Ambiente, 2022)

ii) Por la ubicación de equipo con relación al aire:

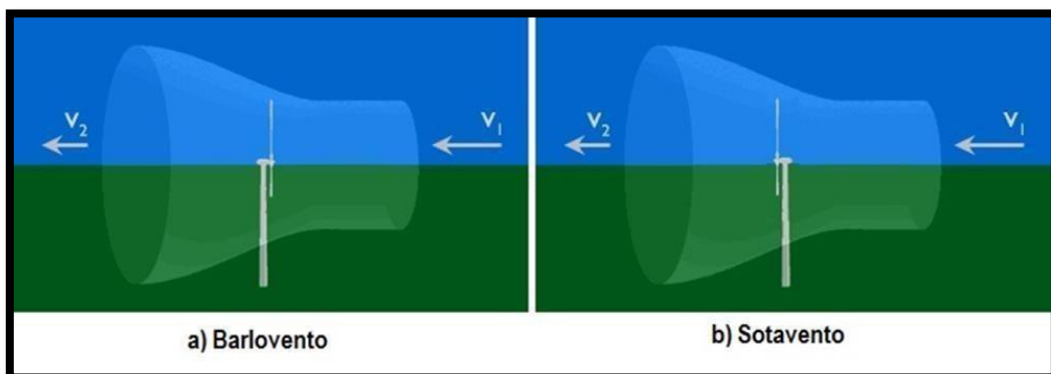
A Barlovento. Cuando el rotor de la maquina superior mira hacia el viento. La principal ventaja del diseño agua arriba es que se evitan los parabrisas detrás de la torre. Hasta la fecha, la mayoría de los aerogeneradores tienen este modelo. Por otra parte, hay una especie de dosel frente a la torre, es decir, el viento comienza a alejarse de la torre antes de alcanzarla, inclusive si la torre es lisa. Por tanto, la potencia del aerogenerador disminuye ligeramente cada vez que el rotor transita por la torre. El principal inconveniente del diseño de la antenna es que el rotor es muy rígido y debe estar a cierta distancia de la torre.

Una máquina de aire caliente también necesita un mecanismo giratorio para mantener el rotor contra el viento.

A Sotavento. Los rotores de la máquina aguas abajo están en el lado de sotavento de la torre. Su virtud teórica es que pueden construirse sin un mecanismo giratorio si las aspas y la góndola están diseñados de manera que la góndola siga pasivamente el aire. Sin embargo, esta es una superioridad un tanto dudosa para máquinas de mayores dimensiones, ya que se requieren cables para trasladar energía desde el generador. Si la unidad se apunta pasivamente en una dirección durante mucho tiempo y sin un mecanismo direccional, el cable puede torcerse excesivamente. (Energía Eólica, 2011)

Figura 3

Orientación de los Aerogeneradores



Fuente: (RENOVETEC,

<http://www.mantenimientodeaerogeneradores.com/index.php/clasificacion-de-aerogeneradores>, 2019)

iii) Por la cantidad de paletas:

Una Paleta: estos aerogeneradores tienen una sola pala y necesitan una compensación en la otra punta para mantener el equilibrio. La rapidez de rotación es muy alta. Su principal inconveniente es que las fuerzas sobre el eje son muy diferentes, lo que reduce la vida eficaz de la máquina. El uso de esta máquina se puede ver en la foto lateral. (GO, 2020)

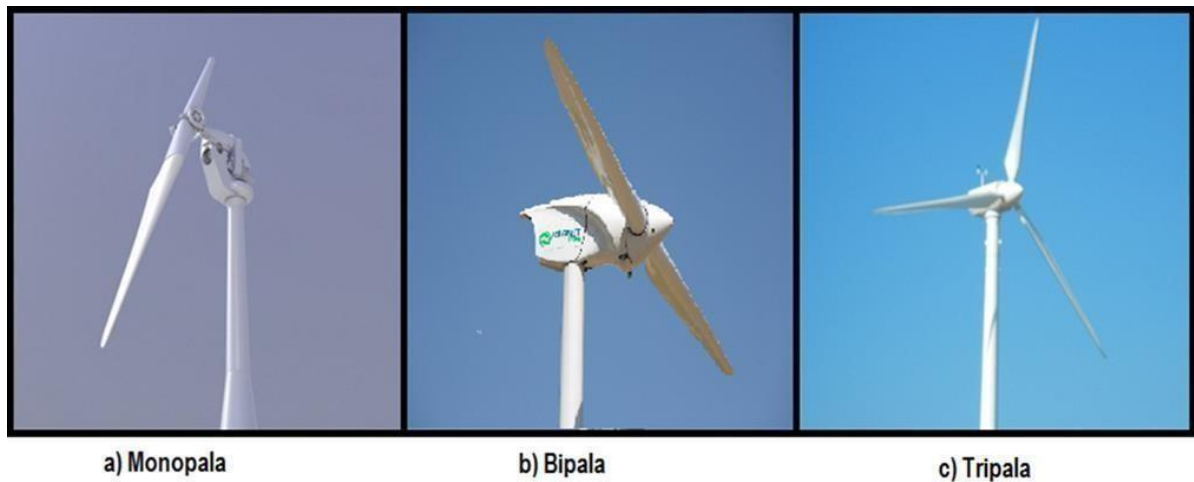
Dos Palas: La ventaja del diseño de un aerogenerador de dos palas es que ahorra en el precio de las aspas y, por supuesto, su peso. Sin embargo, por lo general tienen obstáculos para encontrar un punto de apoyo en el mercado, ya

que requieren más RPM para producir la misma cantidad de energía. Esto es desventajoso tanto en términos de ruido como de apariencia visual.

Tres Palas: la mayor parte de las turbinas eólicas modernas tienen un diseño de tres palas y el rotor se mantiene en una posición agua arriba (en el lado de la torre contra el viento) mediante un motor eléctrico en su mecanismo de giro. Este planteamiento tiende a implantarse como estándar para evaluar otros conceptos. La mayoría de generadores vendidos en el mercado mundial es de este tipo. La idea básica fue incluida por primera vez por la famosa turbina eólica GEDSER. Un ejemplo impresionante con un diámetro de rotor de 72 metros y una altura de eje de 80 metros. (ESPAÑOL, 2022)

Figura 4

Modelo de Aerogeneradores por el número de paletas



Fuente: (RENOVETEC,

<http://www.mantenimientodeaerogeneradores.com/index.php/clasificacion-de-aerogeneradores>, 2019)

Las leyes de la física, no facilitan extraer toda la potencia disponible del viento a su paso por el rotor de un aerogenerador. El viento en su tránsito se frena, y sale con una velocidad menor que con la que ingresó. En la práctica se aprovecha un 40% de la potencia eólica disponible.

La máxima potencia eólica aprovechada la define el **Límite de Betz**.

La energía eólica es la energía cinética del viento.

La potencia disponible del viento que pasa perpendicularmente a través de un área circular (la realizada por las palas del rotor, r), es:

$$P_{viento} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^3 \cdot \pi \cdot r^2$$

Esta expresión refiere que la potencia eólica disponible es directamente proporcional a la densidad del aire, al área expuesta perpendicularmente al flujo de viento y al cubo de la velocidad del mismo.

La potencia eólica disponible es la máxima potencia que podríamos extraer al viento si pudiésemos convertir toda su energía cinética en energía útil. El límite de Betz, los rozamientos aerodinámicos y mecánicos, rendimientos del generador eléctrico, etc. sólo nos permitirán en la práctica, en el mejor de los casos, un 40% de la potencia eólica disponible.

La potencia eólica extraída o captada del viento por el rotor de la máquina se conoce como **Potencia Eólica Aprovechada (Pa)**. El rendimiento de conversión se describe por un **Coficiente de Potencia (Cp)** definido como la relación entre la potencia aprovechada y la disponible (**Cp = Pa/Pd**). Es la fracción de la energía cinética del viento convertida en energía cinética de rotación en el rotor del aerogenerador.

Existe un límite superior para la potencia eólica aprovechada, según el cual ningún aerogenerador puede extraer del viento una potencia superior a la fijada por este límite. Este es el definido por la Teoría de Betz y, aunque este teorema se demuestra para máquinas de eje horizontal (tipo hélice), sus conclusiones son aplicables a las de eje vertical. De hecho, el rendimiento de estas últimas se acostumbra a referir a la potencia máxima aprovechada dada por el límite de Betz.

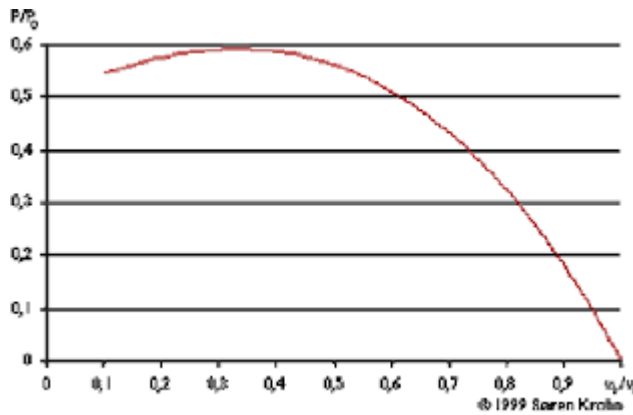
Límite de Betz:

Para calcular cuando tendremos máxima potencia mecánica, derivamos e igualamos a cero:

$$\frac{dP_m}{da} = 2 \cdot \rho \cdot S \cdot V_1^3 \cdot (1 - 4a + 3a^2) = 0$$

La máxima potencia ocurre cuando $a = 1/3$, por tanto:

$$P_m = \frac{1}{2} \rho \cdot S \cdot V_1^3 \cdot 16/27$$



Este valor, es el máximo valor de la potencia contenida en el tubo de corriente del aire que es capaz de extraer el rotor de una aeroturbina.

Una turbina eólica puede convertir en energía mecánica como máximo un 59,26 % de la energía cinética del viento que incide sobre ella.

La teoría de Betz es una simplificación ya que no tiene presente algunos aspectos existentes en la práctica como resistencia aerodinámica de las palas, pérdida de energía por turbulencia de la estela, la compresibilidad del aire y la propia interferencia entre las palas.

Esta teoría es sólo una aproximación al problema de determinar la potencia que puede obtenerse de una eólica de eje horizontal, pero es útil para establecer un límite superior para el coeficiente de potencia C_p (rendimiento de conversión de potencia eólica-mecánica un aerogenerador).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: La investigación es de tipo Aplicada.

Diseño del estudio: No Experimental transversal descriptivo.

3.2. Variables y Operacionalización

Variables:

- **Variable Independiente:** Dimensionamiento de un Sistema de Energía Eólica.
- **Variables Dependiente:** Mediciones de Electricidad.

Operacionalización de variables: Anexo 1

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: Sistemas de generación de energía eléctrica eólica

Muestra: Sistema de energía eólica para suministro de electricidad al caserío de Huacaday – Otuzco – La Libertad.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La compilación de antecedentes es una forma de aprovisionarse de datos y medidas de información de varias fuentes para obtener una visión holística, responde preguntas importantes, medir resultados y predecir tendencias futuras. (Recolección de datos, 2021).

Técnicas: Método de Observación: observación de las pautas características meteorológicas de la NASA. Este método se caracteriza por ser no invasivo y requiere una evaluación continua del comportamiento del sujeto sin intervención.

Instrumentos: Encuestas y cuestionarios: se obtendrán datos de los pobladores del caserío de Huacaday. Se trata de obtener datos

directamente de los sujetos para obtener sus opiniones o recomendaciones.

3.5. Procedimientos

Se elaborará una serie de preguntas, que permitirán conseguir información sobre las deficiencias en el suministro de energía eléctrica al Caserío de Huacaday – Otuzco – La Libertad.

Se utilizará el formato tipo Encuesta, donde el documento consta de dos partes: la principal fracción contiene información sobre el entrevistador y el encuestado; en la segunda fracción, consta de unas 10 preguntas que ayudan a obtener información, y así poder calcular el consumo diario de cada hogar del Caserío de Huacaday – Otuzco – La Libertad.

3.6. Método de análisis de datos

Se tomarán formulas eléctricas y fórmulas matemáticas para el desarrollo de la exploración.

3.7. Aspectos técnicos

Este plan de investigación tiene en cuenta las normas definidas en la ISO 690 y 690 – 2 del Manual de referencia de la Universidad César Vallejo. Persona que considera y respeta las normas éticas establecidas para el desarrollo de las actividades de investigación en la universidad; por tanto, los autores de este estudio se comprometen a respetar la legitimidad de las conclusiones alcanzadas y eludir la imitación.

IV. RESULTADOS

4.1. Determinar el consumo de energía eléctrica y su máxima demanda.

Antes de poder elaborar los cuadros de cargas se debe conocer los 3 conceptos muy importantes:

Potencia Instalada (P_i): Es la potencia de equipo o carga eléctrica; viene a ser igual a la sumatoria de las potencias instaladas.

$$P = \Sigma P$$

Factor de Demanda (FD): Es la relación entre la máxima demanda de un consumidor y su potencia instalada.

$$FD = \frac{MD}{P_i}$$

Generalmente el f.d. esta entre <0.2 y 1>

Máxima Demanda (MD): Viene a ser la mayor carga que puede tomar la instalación en un periodo de tiempo.

$$MD = P_i * FD$$

La MD siempre debe ser menor o igual que la P_i .

Tabla 1

Demanda Energetica de 1er Morador

DEMANDA ENERGETICA 1								
<u>ITEM</u>	<u>Descripción</u>	<u>cantida</u> <u>d</u>	<u>Potenci</u> <u>a (W)</u>	<u>Potenci</u> <u>a total</u> <u>(W)</u>	<u>Horas/Dí</u> <u>a</u>	<u>Energía</u> <u>(H/D)</u>	<u>Factor</u> <u>Demand</u> <u>a</u>	<u>Máxima</u> <u>demand</u> <u>a</u>
1	Focos led	4	12	48	4	192	1	192
2	Tv	1	150	150	3	450	1	450
3	Refrigeradora	1	250	250	6	1500	1	1500
4	Radio	1	50	50	3	150	1	150
Potencia Instalada				498				
Energía consumida por Día (Wh/día)						2292		
Máxima Demanda								2292

Fuente: *Elaboración Propia*

Tabla 2*Demanda Energética 2do Morador*

DEMANDA ENERGETICA 2								
<u>ITEM</u>	<u>Descripción</u>	<u>cantidad</u>	<u>Potencia</u> <u>(W)</u>	<u>Potencia</u> <u>total (W)</u>	<u>Horas/Día</u>	<u>Energía</u> <u>(H/D)</u>	<u>Factor</u> <u>Demanda</u>	<u>Máxima</u> <u>demanda</u>
1	Focos led	5	15	75	4	300	1	300
2	Tv	2	100	200	4	800	1	800
3	Refrigeradora	1	200	200	6	1200	1	1200
4	Radio	2	25	50	3	150	1	150
Potencia Instalada				525				
Energía consumida por Día (Wh/día)						2450		
Máxima Demanda								2450

*Fuente: propia***Tabla 3***Demanda Energética 3er morador*

DEMANDA ENERGETICA 3								
<u>ITEM</u>	<u>Descripción</u>	<u>cantidad</u>	<u>Potencia</u> <u>(W)</u>	<u>Potencia</u> <u>total (W)</u>	<u>Horas/Día</u>	<u>Energía</u> <u>(H/D)</u>	<u>Factor</u> <u>Demanda</u>	<u>Máxima</u> <u>demanda</u>
1	Focos led	6	12	72	5	360	1	360
2	Tv	1	150	150	4	600	1	600
3	Radio	2	30	60	3	180	1	180
Potencia Instalada				282				
Energía consumida por Día (Wh/día)						1140		
Máxima Demanda								1140

Fuente: propia

Tabla 4*Demanda Energética 4to morador*

DEMANDA ENERGETICA 4								
<u>ITEM</u>	<u>Descripción</u>	<u>cantidad</u>	<u>Potencia</u> <u>(W)</u>	<u>Potencia</u> <u>total (W)</u>	<u>Horas/Día</u>	<u>Energía</u> <u>(H/D)</u>	<u>Factor</u> <u>Demanda</u>	<u>Máxima</u> <u>demanda</u>
1	Focos led	5	12	60	4	240	1	240
2	Tv	2	120	240	3	720	1	720
3	Refrigeradora	1	200	200	6	1200	1	1200
4	Radio	2	30	60	3	180	1	180
Potencia Instalada				560				
Energía consumida por Día (Wh/día)						2340		
Máxima Demanda								2340

Fuente: propia**Tabla 5***Demanda Energética 5to morador*

DEMANDA ENERGETICA 5								
<u>ITEM</u>	<u>Descripción</u>	<u>cantidad</u>	<u>Potencia</u> <u>(W)</u>	<u>Potencia</u> <u>total (W)</u>	<u>Horas/Día</u>	<u>Energía</u> <u>(H/D)</u>	<u>Factor</u> <u>Demanda</u>	<u>Máxima</u> <u>demanda</u>
1	Focos led	3	12	36	4	144	1	144
2	Radio	1	30	30	3	90	1	90
Potencia Instalada				66				
Energía consumida por Día (Wh/día)						234		
Máxima Demanda								234

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6*Demanda Energética del 6to morador*

DEMANDA ENERGETICA 6								
<u>ITEM</u>	<u>Descripción</u>	<u>cantidad</u>	<u>Potencia</u> <u>(W)</u>	<u>Potencia</u> <u>total (W)</u>	<u>Horas/Día</u>	<u>Energía</u> <u>(H/D)</u>	<u>Factor</u> <u>Demanda</u>	<u>Máxima</u> <u>demanda</u>
1	Focos led	4	15	60	4	240	1	240
2	Tv	1	120	120	2	240	1	240
3	Radio	1	30	30	3	90	1	90
Potencia Instalada				210				
Energía consumida por Día (Wh/día)						570		
Máxima Demanda								570

*Fuente: Elaboración Propia***Tabla 7***Demanda Energética del 7mo morador*

DEMANDA ENERGETICA 7								
<u>ITEM</u>	<u>Descripción</u>	<u>cantidad</u>	<u>Potencia</u> <u>(W)</u>	<u>Potencia</u> <u>total (W)</u>	<u>Horas/Día</u>	<u>Energía</u> <u>(H/D)</u>	<u>Factor</u> <u>Demanda</u>	<u>Máxima</u> <u>demanda</u>
1	Focos led	3	18	54	5	270	1	270
2	Tv	1	120	120	3	360	1	360
Potencia Instalada				174				
Energía consumida por Día (Wh/día)						630		
Máxima Demanda								630

Fuente: Elaboración Propia

4.1.1. Máxima Demanda Proyectada

- Dato inicial

40 viviendas totales

- Consumo de energía mensual por cada morador encuestado (7):

$$\mathbf{CE: 68.73 + 73.5 + 34.2 + 70.2 + 7.02 + 17.1 + 18.9}$$

$$\mathbf{CE: 289.65 \text{ KW}}$$

- Consumo promedio mensual de moradores encuestados (7):

$$\mathbf{CPM= CE / 7}$$

$$\mathbf{CPM= 289.65 \text{ kW} / 7}$$

$$\mathbf{CPM= 41.37 \text{ KW}}$$

- Consumo Promedio Anual de moradores encuestados:

$$\mathbf{CPA= CPM * 12}$$

$$\mathbf{CPA= 41.37 \text{ KW} * 12(\text{meses})}$$

$$\mathbf{CPA= 496.44 \text{ KW}}$$

- Consumo de Energía Total Anual (MAXIMA DEMANDA):

$$\mathbf{MD= CPA * 40(\text{total de viviendas})}$$

$$\mathbf{MD= 496.44 \text{ KW} * 40}$$

$$\mathbf{MD= 19857.6 \text{ KW}}$$

A esta máxima demanda hay que sumarle la pérdida de energía, donde se consideró un 0.09% de porcentaje de pérdida de energía

$$\mathbf{MD= 19857 + (0.09 * 19857.6)}$$

$$\mathbf{MD= 21644.7 \text{ KW}}$$

Tabla 8*M.D. proyectada a 20 años*

CUADRO DE MAXIMA DEMANDA PROYECTADA A 20 AÑOS					
DESCRIPCION	POBLACION TOTAL	GRADO DE ELECTRIFICACION	CONSUMO ANUAL KW	%PERDIDA DE ENERGIA	MAXIMA DEMANDA KW
2022	160	100%	19857.6	0.09%	19875.5
2023	161	100%	20056.2	0.09%	20074.2
2024	162	100%	20256.7	0.09%	20275.0
2025	163	100%	20459.3	0.09%	20477.7
2026	164	100%	20663.9	0.09%	20682.5
2027	165	100%	20870.5	0.09%	20889.3
2028	166	100%	21079.2	0.09%	21098.2
2029	167	100%	21290.0	0.09%	21309.2
2030	168	100%	21502.9	0.09%	21522.3
2032	169	100%	21718.0	0.09%	21737.5
2033	170	100%	21935.1	0.09%	21954.9
2034	171	100%	22154.5	0.09%	22174.4
2035	172	100%	22376.0	0.09%	22396.2
2036	173	100%	22599.8	0.09%	22620.1
2037	174	100%	22825.8	0.09%	22846.3
2038	175	100%	23054.1	0.09%	23074.8
2039	176	100%	23284.6	0.09%	23305.6
2040	177	100%	23517.4	0.09%	23538.6
2041	178	100%	23752.6	0.09%	23774.0
2042	179	100%	23990.1	0.09%	24011.7

Fuente: elaboración propia.

4.2. Analizar el recurso Eólico para su uso eficiente en la generación de energía eléctrica.

Los datos del viento se obtuvieron del Windfinder, que se especializa en pronósticos del viento, de olas, de mareas y del tiempo. (Windfinder, 2022).

Tabla 9

Ficha de Observación - 1


 FICHA DE OBSERVACION-1									
Título de investigación	Dimensionamiento de un Sistema de Energía Eólica para suministrar electricidad al caserío de Huacaday-Otuzco-La Libertad, 2022.								
Instrumento a utilizar:	Datos de WINDFINDER								
marca del instrumento:	WINDFINDER								
Realizado por:	Montañez Mallqui Mario Rodolfo								
Aprobado por:									
Agosto del 2022	Velocidad del viento (m/s)								
	COORDENADAS LAT:-7.9488 ; LON:-78.6494								
Hora de Medición	1H	4H	7H	10H	13H	16H	19H	22H	Promedio
	1	2	3	7	10	8	3	2	5
NOTA: Se tomaron medidas del viento cada 3 horas; y como velocidad promedio del mes se obtuvo 5 m/s.									
Fuente: Elaboración propia									

Tabla 10

Ficha de Observación - 2


 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE OBSERVACION-2								
Título de investigación	Dimensionamiento de un Sistema de Energía Eólica para suministrar electricidad al caserío de Huacaday-Otuzco-La Libertad, 2022.								
Instrumento a utilizar:	Datos de WINDFINDER								
marca del instrumento:	WINDFINDER								
Realizado por:	Montañez Mallqui Mario Rodolfo								
Aprobado por:									
Setiembre del 2022	Velocidad del viento (m/s)								
	COORDENADAS LAT:-7.9488 ; LON:-78.6494								
Hora de Medición	1H	4H	7H	10H	13H	16H	19H	22H	Promedio
	1	2	3	5	8	6	2	1	5
NOTA: Se tomaron medidas del viento cada 3 horas; y como velocidad promedio del mes se obtuvo 4 m/s.									
FUENTE: Elaboración propia									

Tabla 11

Ficha de Observación - 3



FICHA DE OBSERVACION-3									
 Título de investigación	Dimensionamiento de un Sistema de Energía Eólica para suministrar electricidad al caserío de Huacaday-Otuzco-La Libertad, 2022.								
Instrumento a utilizar:	Datos de WINDFINDER								
marca del instrumento:	WINDFINDER								
Realizado por:	Montañez Mallqui Mario Rodolfo								
Aprobado por:									
Octubre del 2022	Velocidad del viento (m/s)								
	COORDENADAS LAT:-7.9488 ; LON:-78.6494								
Hora de Medición	1H	4H	7H	10H	13H	16H	19H	22H	Promedio
	1	1	3	6	8	5	3	1	4
NOTA: Se tomaron medidas del viento cada 3 horas; y como velocidad promedio del mes se obtuvo 4 m/s.									
Fuente: Elaboración propia									

Tabla 12

Ficha de Observación - 4

	FICHA DE OBSERVACION-4
Título de investigación	Dimensionamiento de un Sistema de Energía Eólica para suministrar electricidad al caserío de Huacaday-Otuzco-La Libertad, 2022.
Instrumento a utilizar:	Datos de WINDFINDER
marca del instrumento:	WINDFINDER
Realizado por:	Montañez Mallqui Mario Rodolfo
Aprobado por:	

**NOVIEMBRE del
2022**

Velocidad del viento (m/s)

COORDENADAS LAT:-7.9488 ; LON:-78.6494

Hora de Medición	1H	4H	7H	10H	13H	16H	19H	22H	Promedio
	1	2	3	6	7	6	2	1	4

NOTA: Se tomaron medidas del viento cada 3 horas; y como velocidad promedio del mes se obtuvo 4 m/s.

Fuente: Elaboración propia

Analizando las fichas de observación de mediciones de la velocidad del viento del caserío de Huacaday en los meses de Agosto, Setiembre, Octubre y Noviembre del 2022, y se llegó a la conclusión de que entre las 10:00 am y 16:00 pm se obtienen la mayor velocidad del viento. Y al día se tiene una velocidad promedio entre 4 m/s y 5 m/s.

En los anexos 10, 11, 12 y 13 se detalla las fichas de observación de la velocidad del viento de los meses completo.

4.3. Identificar y determinar los equipos del sistema de generación de energía eólica.

4.3.1. Parámetros del aerogenerador seleccionado

4.3.1.1. Área de Barrido circular

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

Donde:

$$\pi = 3.1416$$

D= diámetro del rotor (m)

$$A = \frac{3.1416 \times 15.6^2}{4}$$

$$A = 191.13 \text{ m}^2$$

4.3.1.2. Potencia del viento (KW)

$$PV = \frac{\pi}{8} \times \delta \times D^2 \times V^3$$

Donde:

PV = potencia del viento (w)

δ = densidad del aire ($\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$)

$$\pi = 3.1416$$

D = diámetro del rotor(m)

V = velocidad del viento ($\frac{\text{m}}{\text{s}}$)

$$PV = \frac{3.1416}{8} \times 1.225 \times 15.6^2 \times 4^3$$

$$PV = 7.503 \text{ KW}$$

4.3.1.3. Potencia del eje del rotor

$$Pr = CP \times \eta_g \times \eta_l \times \frac{\rho}{2} \times A \times V^3$$

Donde:

Pr = potencia del rotor (w)

CP = 0.40

η_g = rendimiento del generador eléctrico, un buen rendimiento 0.59

η_l = si la turbina tiene un multiplicador velocidad de giro es 0.90 para caja de engranaje, 0.85 para cadenas, 0.80 para correas.

si tiene transmisión directa: 1

ρ = Densidad ($\frac{1.225\text{kg}}{\text{m}^3}$)

A = Area del rotor(m²)

V = Velocidad del viento ($\frac{\text{m}}{\text{s}}$)

Tabla 13

Coefficiente de Funcionamiento CP

TIPO DE TURBINA	NORMAL	MAXIMO
Bomba de agua	0.25	0.35
Cargadores eólicos	0.35	0.4
Aerogeneradores grandes	0.45	0.5

Fuente: (Herrera, 2015)

$$Pr = 0.50 \times 0.59 \times 1 \times \frac{1.225}{2} \times 191.13 \times 4^3$$

$$Pr = 2.21\text{kw}$$

4.3.1.4. Coeficiente de potencia teórico

$$CP = \frac{Pr}{\frac{1}{2} \times \rho \times v^3 \times A}$$

Donde:

CP = coeficiente de potencia

Pr = potencia del eje del rotor (w)

ρ = densidad del aire ($\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$)

V = Velocidad del viento ($\frac{\text{m}}{\text{s}}$)

A = Area del rotor (m^2)

$$CP = \frac{3371}{\frac{1}{2} \times 1.225 \times 4^3 \times 191.13}$$

$$CP = 0.449$$

El límite de BETZ establece que una turbina no puede utilizar más del 59,3% de la energía cinética del viento. Este número (0.593) se llama coeficiente de BETZ. Por tanto, este valor se tiene en cuenta cuando no hay rozamiento y la cuchilla está trabajando al 100%. (AEROGENERADOR, 2022)

En esta investigación teniendo ya los datos obtenidos de Windfinder, como velocidad media máxima durante la evaluación de toma de datos es de 4m/s.

Los Detalles técnicos del aerogenerador seleccionado se tomó del catálogo de (mundo, 2022)

El aerogenerador Aeolos-H 30KW utiliza un generador trifásico de impulsión directa, sin caja de engranajes o dispositivo multiplicador. Es más confiables y eficiente que el generador asíncrono con caja de engranajes y multiplicador. El aerogenerador de 30KW es controlado por controlador PLC con pantalla táctil. Cuenta con triple protección de seguridad para aerogeneradores Aeolos-H 30KW. (AEOLOS, 2020)

Tabla 14

Características Técnicas del Aerogenerador

Aeolos-H 30KW	
Potencia Nominal	30 kW
Máxima Potencia de Salida	35 kW
Generador	Generador de Impulsión Directa Magnético Permanente
Número de Palas	3 Palas de Fibra de Vidrio
Diámetro del Rotor de Palas	15.6 m (51.2 pies)
Velocidad de Arranque del Viento	2.5 m/s (5.6 mph)
Velocidad Nominal del Viento	9.0 m/s (20.1 mph)
Velocidad de Supervivencia del Viento	59.5 m/s (133.1 mph)
Controlador	PLC Con Pantalla Táctil
Sistema de Seguridad	Control de Orientación, Freno Eléctrico y Freno Hidráulico
Peso de Turbina	3480 kg (7672.1 lbs)
Ruido	55 db(A) @ 7m/s
Rango de Temperatura	-20°C a +50°C
Vida Útil del Diseño	20 Años
Garantía	Estándar 5 Años

Fuente: (mundo, 2022)

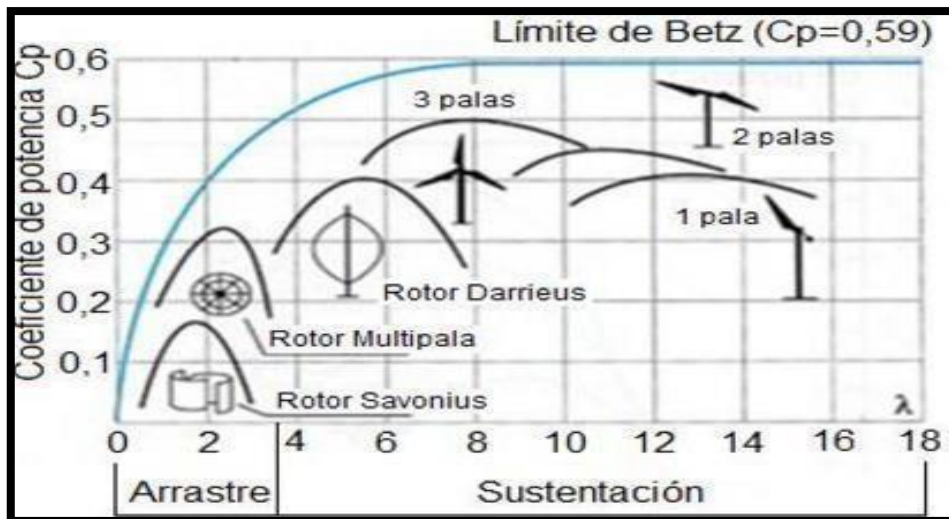
¿Por qué elegir Aerogeneradores Aeolos?

- Diseño confiable:
Construidos con los mejores componentes como ABB, Omron, SKF en sus díselos, algunos de ellos son utilizados solo para aerogeneradores MW. El diseño de triple seguridad protege los aerogeneradores de sobre velocidad, sobrecarga, falla de la red de suministro y otras averías.
- Triple protección de seguridad para todas las fallas
- Mayor eficiencia:
Eficiencia de generador >0.96; sistema de control PLC mantendrá la máxima salida anual en la misma velocidad promedio del viento.
- Garantía y soporte:
Garantía de 5 años. Atención será brindado directamente por el equipo de ingenieros de AEOLOS o por su distribuidor más cercano.

4.3.2. Clasificación por coeficiente de potencia

Figura 5

Límite de Betz



Fuente: (HIDROLATE, 2016)

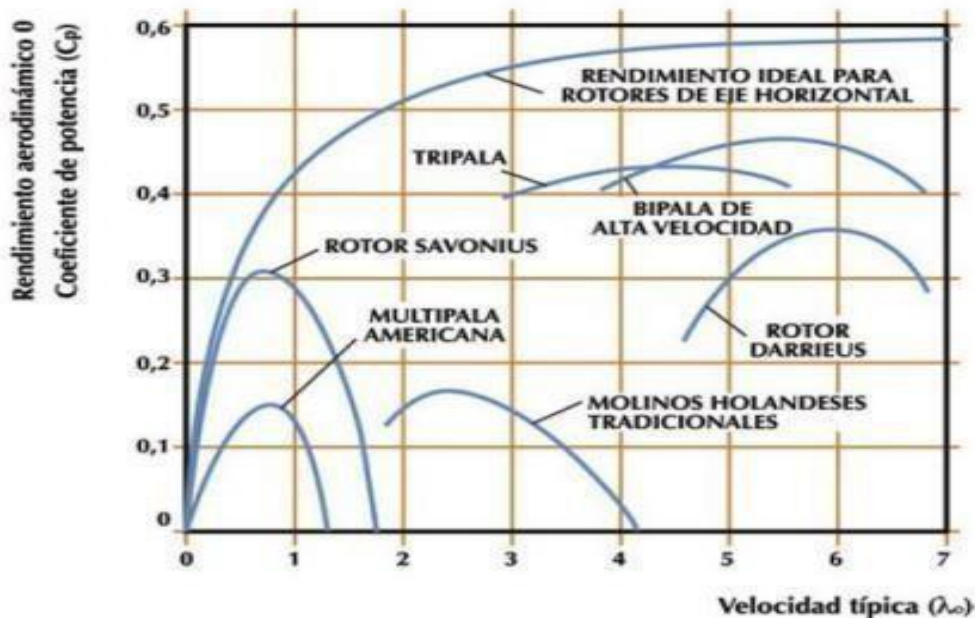
Interpretación: la eficiencia de los aerogeneradores depende de las necesidades del cliente. Para aplicaciones mecánicas, las que tienen resistencia, como SAVONIUS, son las mejores. Para esta investigación el objetivo es generar electricidad, y para ello el aerogenerador más eficiente es el de TRES PALAS, que tiene la capacidad de elevación, aunque el aerogenerador de tres palas tiene una velocidad específica superior a la del Savonius.

Justificación: De acuerdo al resultado obtenido para el Coeficiente de Potencia ($C_p = 0.449$), en la coordenada correspondiente al arrastre y la fuerza de sustentación aproximadamente de 8, cumple con las condiciones de eficiencia dentro del límite de Betz, para este sistema de turbinas seleccionadas de 3 palas.

Clasificación por rendimiento Aerodinámico

Figura 6

Rendimiento Aerodinámico



Fuente: (HIDROLATE, 2016)

Interpretación:

- En comparación con el DARRIEUS de tres palas, tanto los rotores de palas múltiples de eje horizontal como los SAVONIUS tienen una velocidad de arranque más baja.

Justificación:

- El tripala es el de mayor rendimiento aerodinámico en relación con su velocidad específica. Se diferencia de otros productos en que el fluido es menos turbulento debido a la forma y número de sus alabes. Cuantas más espadas tenga, mayores serán sus pérdidas.

4.3.3. Características del Aerogenerador Seleccionado

Cuando se usa fuera de la RED, la turbina eólica Aeolos-H de 30 KW puede alimentar grandes granjas, pueblos, escuelas y pequeñas empresas con un paquete de baterías. Y para aplicaciones conectadas a la red, es un buen proyecto de inversión en países de origen eólico como Italia, Grecia, España, Reino Unido, Francia, etc. Las torres hidráulicas Aeolos de 18m y 24m se pueden utilizar para aerogeneradores de 30 KW, lo que reducirá los costes de mantenimiento y protegerá adecuadamente el aerogenerador en caso de tormenta. (mundo, 2022)

Tabla 15

Componentes del Aerogenerador

Descripción	Unidad	cantidad
Modelo H 30KW		
Generador 30KW	Und	1
Aspas 3	Set	1
Controlador PLC	Und	1
30kw/220v, salida de onda sinusoidal de voltaje opcional	Und	1
Batería SLA 24V/200AH	Und	20

Fuente: (mundo, 2022)

¿Por qué elegir la turbina eólica AEOLOS-H de 30kW?

Por tres razones importantes:

1. Triple Seguridad y protección de frenos:
 - 1.1. Control de movimiento angular: el controlador PLC controlara la desviación del motor angular. El aerogenerador está a 30° grados del viento, 60° grados si se detecta un error de ceñida, o 90° grados, sobretensión o sobre temperatura del generador.
 - 1.2. Frenos Electrónicos: Aeolos-H 30KW tiene un descargador de 45 KW y la tecnología PWM se utiliza como control electrónico del freno. PWM puede tener un control suave de sobretensión y sobrecarga del turbo.
 - 1.3. Frenos Mecánicos: como sistema de protección secundario mecánico, los frenos funcionan con estaciones hidráulicas alemanas de alta calidad. Pueden parar sobre impulsos del rotor del ventilador, sobre temperatura o fallo de la red.

2. Diseño eficiente y confiable:

Aeolos-H 30KW utiliza un generador de accionamiento directo sin caja de cambios, amplificador, etc. El generador es accionado directamente por el rotor con palas. Es el 30% más potencia que los aerogeneradores de inducción con la misma cantidad de aire velocidad.

Los diseños de transmisión directa son más confiables que los generadores de inducción con caja de cambios. Todos los componentes mecánicos y electrónicos son seleccionados de fabricantes de primera calidad como SKF, ABB, Omron, etc. Todos los diseños siguen el principio de bajo mantenimiento o sin mantenimiento.

3. Control inteligente y monitoreo remoto:

Aeolos utiliza controladores lógicos programables (PLC) y pantallas táctiles como sistema de control, toda la operación se pueden registrar

datos, como la velocidad del viento y la potencia, y los clientes pueden ajustar fácilmente los datos de protección, velocidad del viento, voltaje, corriente y velocidad de rotación a través del controlador.

4.4. Simular la factibilidad del suministro de energía eléctrica por medio de la generación eólica.

Para la simulación, de la factibilidad de la generación de la energía eólica se ha propuesto la utilización del SOFTWARE MATLAB en su versión demo (gratuita por 30 días).

POTENCIA DE LA TURBINA EOLICA

Se demuestra en esta simulación, cómo se comporta el aerogenerador haciendo variar sus parámetros (Área de Barrido del Aerogenerador y Velocidad del viento), a partir de la siguiente fórmula:

Potencia en el eje de la turbina eólica

$$CP = \frac{1}{2} \times \rho * A * Cp * v^3$$

En base al desarrollo de la fórmula de POTENCIA EN EL EJE DE LA TURBINA EOLICA, solo haciendo variar el AREA DEL BARRIDO, de entre 1000 y 10000 m² y con una velocidad constante de 10 m/s, se determina que efectivamente se produce un incremento en la generación de energía eléctrica a través de energía del viento.

Igualmente, mediante la misma fórmula de POTENCIA EN EL EJE DE LA TURBINA EOLICA, pero esta vez solo haciendo variar la VELOCIDAD DEL VIENTO y teniendo un área de barrido del aerogenerador de solo 1000 m² y con una velocidad del viento de entre 4 m/s y 20 m/s. se determina que a mayor velocidad del viento también logramos incrementar la generación de energía eléctrica en un aerogenerador.

4.5. Realizar el estudio de costos.

4.5.1. Inversión del proyecto

Esta inversión se desarrolló con el propósito de llegar a subsanar las intermitencias de energía eléctrica que tenían en el caserío de Huacaday. Así mismo se analizó si es factible el desarrollo de esta investigación con un horizonte a 20 años. Dentro de los estudios de costos se consideró materiales, mano de obra, transporte y mantenimiento.

Tabla 16

Sistema de generación Eólica

SISTEMA DE GENERACIÓN EÓLICA					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
	Generador h-30KW	Und	1		
	Aspas 3	Set	1		
1	Potencia 30kw			\$ 48,000.00	\$ 48,000.00
	Imanes permanentes				
	Velocidad de arranque 3				
2	Transporte				\$ 500.00
3	Instalación y montaje				\$ 5,000.00
4	Cable	metro lineal	2000	\$ 7.00	\$ 1,400.00
	TOTAL				\$ 54,900.00

Fuente: Elaboración propia

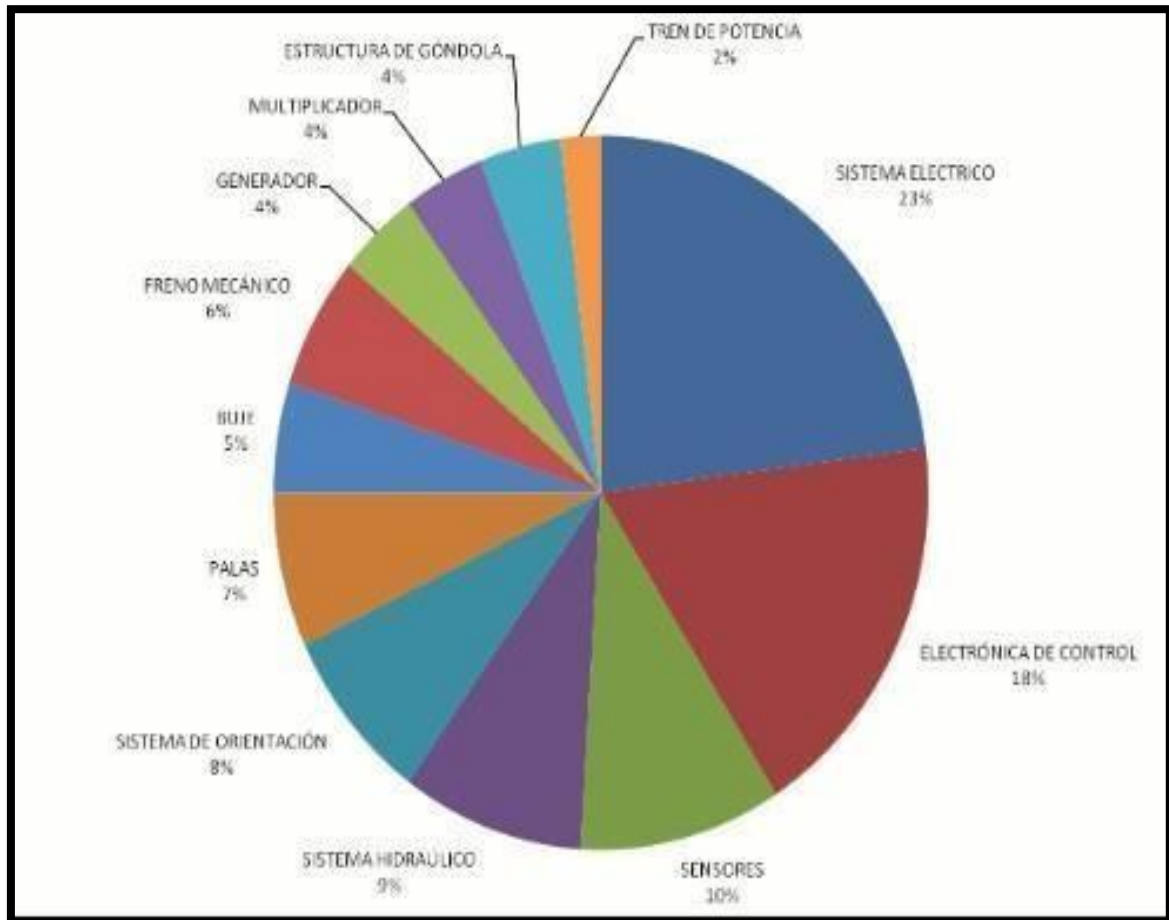
4.5.2. Periodo de culminación del proceso de estudio eólico

La investigación se realizó para implementar y subsanar las intermitencias de energía eléctrica que padecía el caserío de Huacaday, atreves de recursos renovables (generación de energía eólica atreves de la velocidad del viento), se desarrolló en un promedio de 6 meses.

4.5.3. Principales averías de un aerogenerador

Figura 7

Averías de un Aerogenerador



Fuente: (Narejos, 2011)

Interpretación: Esta información está relacionada con la tasa de error anual. Los principales fallos son causados por el sistema eléctrico y la electrónica de control. Sin embargo, estos errores se corrigen relativamente rápido (dentro de 2 a 4 días). Por el contrario, los problemas causados por generadores o multiplicadores se resuelven en un periodo de tiempo más largo (8 días a más). Estos componentes fallan con menos frecuencia, pero apagan las turbinas eólicas durante aproximadamente la misma cantidad de tiempo que otras fallas más comunes. (Narejos, 2011)

Tabla 17

Ficha de Mantenimiento



Dimensionamiento de un Sistema de Energía Eólica para suministrar electricidad al Caserío de Huacaday - Otuzco - La Libertad, 2022

Tipo de Aerogenerador
Fecha

Aerogenerador Horizontal de 3 aspas-Aeolos
31 de octubre 2022

Meses de año

Actividades a realizar		Meses de año												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Mantenimiento Preventivo	Lubrica y reemplaza el aceite en cajas de engranajes de aerogeneradores y otros elementos dinámicos.													X
	Comprobación y mantenimiento de la limpieza de aerogeneradores y equipos.			X			X			X				X
	Define los protocolos necesarios para la recuperación aerogeneradores.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento Correctivo	Formular un curso de acción basado en métodos y procedimientos sistemáticos para la resolución de problemas para garantizar la calidad y la seguridad durante el uso.				X			X						
	Reconocer, analizar y evaluar errores comunes no técnicos.							X						X
	Defina el equipo, las herramientas y los accesorios necesarios para corregir el error.				X				X					X
	Reparar o reemplazar los artículos defectuosos y verifique que funcionen correctamente antes de reanudar el servicio. Crear informes y documentos relacionados con las tareas de mantenimiento preventivo.							X						X

4.5.4. Evaluación económica

La presente evaluación económica se da con la instalación de un aerogenerador en el caserío de Huacaday distrito y provincia de Otuzco La Libertad 2022. Se consideró los siguientes puntos:

- ✓ Inversión inicial para considerar es de **\$ 54,900.00**
- ✓ Todos los gastos considerados dentro del proyecto son sin incluir el IGV.

Tabla 18

Inversión

Inversión	
Equipos y materiales	\$ 54,900.00
Total, de inversión del proyecto	\$ 54,900.00
Financiamiento	
Descripción	
Aporte propio	\$ 14,900.00
Financiamiento	\$ 40,000.00
Total, de inversión	\$ 54,900.00
Condiciones de financiamiento	
Préstamo	\$ 54,900.00
Tiempo en años	10
Tasa efectiva anual	10.00%
Tasa efectiva mensual	1.00%
Periodo	120
Valor de la cuota Anual	-\$ 5,124.00
Costo de mantenimiento	\$ 1,000.00
EGRESOS TOTALES	-\$ 4,124.00

Fuente: Elaboración Propia

Egresos totales = **\$ 4,124.00 * 3.8 (tipo de cambio del dólar)**

Egresos totales = **15.659,8 soles**

4.5.5. PRESUPUESTO

Generación y venta de energía eléctrica anual

La demanda de energía anual es **19858 kwh /año**. Ahora solo falta encontrar el costo unitario de energía para ello se considera la siguiente tabla.

Tabla 19

Energía ingresada al sistema

Descripción(años)	Energía ingresada al sistema en KW/h
2022	19858
2023	20074.2
2024	20275
2025	20477.7
2026	20682.5
2027	20889.3
2028	21098.2
2029	21309.2
2030	21522.3
2031	21737.5
2032	21954.9
2033	22174.4
2034	22396.2
2035	22620.1
2036	22846.3
2037	23074.8
2038	23305.6
2039	23538.6
2040	23774
2041	24011.7

Fuente: Elaboración propia

Tarifa por kWh en el caserío de Huacaday, Otuzco la Libertad actualmente está costando 0.77 soles.

Tabla de ingresos por venta de energía eléctrica

Tabla 20

Ingresos por venta de Energía Eléctrica

Descripción(años)	Energía ingresada al sistema en KW/h	Costo de KW/h en soles		Costo Anual
2022	19858.5	S/	0.77	S/ 15,291.05
2023	20074.2	S/	0.77	S/ 15,457.13
2024	20275	S/	0.77	S/ 15,611.75
2025	20477.7	S/	0.77	S/ 15,767.83
2026	20682.5	S/	0.77	S/ 15,925.53
2027	20889.3	S/	0.77	S/ 16,084.76
2028	21098.2	S/	0.77	S/ 16,245.61
2029	21309.2	S/	0.77	S/ 16,408.08
2030	21522.3	S/	0.77	S/ 16,572.17
2031	21737.5	S/	0.77	S/ 16,737.88
2032	21954.9	S/	0.77	S/ 16,905.27
2033	22174.4	S/	0.77	S/ 17,074.29
2034	22396.2	S/	0.77	S/ 17,245.07
2035	22620.1	S/	0.77	S/ 17,417.48
2036	22846.3	S/	0.77	S/ 17,591.65
2037	23074.8	S/	0.77	S/ 17,767.60
2038	23305.6	S/	0.77	S/ 17,945.31
2039	23538.6	S/	0.77	S/ 18,124.72
2040	23774	S/	0.77	S/ 18,305.98
2041	24011.7	S/	0.77	S/ 18,489.01

Fuente: Elaboración propia.

Analisis de Ingreso y Egresos

Tabla 21
Análisis de Ingresos y Egresos

Años	Flujo Beneficio (+)	Flujo de costo (-)	Flujo Beneficio Neto
1	S/ 15,291.00	S/ 15,660.00	-S/ 369.00
2	S/ 15,457.00	S/ 15,660.00	-S/ 203.00
3	S/ 15,612.00	S/ 15,660.00	-S/ 48.00
4	S/ 15,768.00	S/ 15,660.00	S/ 108.00
5	S/ 15,926.00	S/ 15,660.00	S/ 266.00
6	S/ 16,085.00	S/ 15,660.00	S/ 425.00
7	S/ 16,246.00	S/ 15,660.00	S/ 586.00
8	S/ 16,409.00	S/ 15,660.00	S/ 749.00
9	S/ 16,572.00	S/ 15,660.00	S/ 912.00
10	S/ 16,738.00	S/ 15,660.00	S/ 1,078.00
11	S/ 16,905.00	S/ 15,660.00	S/ 1,245.00
12	S/ 17,074.00	S/ 15,660.00	S/ 1,414.00
13	S/ 17,246.00	S/ 15,660.00	S/ 1,586.00
14	S/ 17,417.00	S/ 15,660.00	S/ 1,757.00
15	S/ 17,592.00	S/ 15,660.00	S/ 1,932.00
16	S/ 17,767.00	S/ 15,660.00	S/ 2,107.00
17	S/ 17,945.00	S/ 15,660.00	S/ 2,285.00
18	S/ 18,125.00	S/ 15,660.00	S/ 2,465.00
19	S/ 18,305.00	S/ 15,660.00	S/ 2,645.00
20	S/ 18,489.00	S/ 15,660.00	S/ 2,829.00
	S/ 336,969.00	S/ 313,200.00	S/ 23,769.00
			US\$ 6,255.00

Fuente: Elaboración propia.

4.5.6. Retorno operacional de la inversión

$$R. O. I. = \frac{\text{Inversión inicial}}{\text{Beneficio útil}}$$

$$R. O. I. = \frac{54900}{6255.00} = 8.78 \approx 9 \text{ años}$$

4.5.7. Análisis de los resultados Económicos

Analizando la tabla 21 de Análisis de ingresos y egresos, podemos ver que el retorno de la inversión de 54900 dólares, se estaría recuperando en un plazo de 9 años; y, a partir de año 10 en adelante se estaría generando ganancia líquida ganancia para la empresa.

V. DISCUSIÓN

En la investigación planteada tiene como fortaleza que va a utilizar una energía renovable y limpia, la energía eólica es autóctona, y es adaptable a casi cualquier espacio, y sus debilidades son la falta de seguridad en la existencia del viento; y que utiliza sistemas u equipos muy voluminosos para captar muy poca velocidad del viento, llegando a ocupar grandes áreas (chemicals, 2022); en la investigación se desarrolló el análisis del dimensionamiento de un sistema de energía eólica para suministrar electricidad al caserío de Huacaday con una población de 160 habitantes y 40 viviendas teniendo un consumo de energía anual de 19857.6 KW/h a este resultado se le sumó el 9% por pérdidas de energía eléctrica teniendo un consumo anual de 21644.7 KW/h. Llegamos a esos resultados desarrollando cálculos de máxima demanda se tomaron como muestra a 7 viviendas, paso seguido se registraron en tablas se procedió a calcular el consumo que tiene cada familia mensualmente que es de 41.37 KW/h. y que multiplicado por 12 nos da como resultado el consumo promedio anual que es de 496.44 KW/h. esto ciertamente coincide con (Jesus, 2018) en su tesis denominada Diseño de un sistema híbrido de energía eólica fotovoltaica para dotar de potencial eléctrico al centro de Nueva Esperanza en el distrito de Catache Santa Cruz – Cajamarca; tuvo como objetivo identificar el sistema híbrido eólico solar, concluye que para hallar la máxima demanda diaria se basó en el desarrollo de encuestas y fórmulas, obtuvo como resultado una máxima demanda diaria de 12,840 KWh/día y así con ese dato importante pudo seleccionar el tipo y modelo de aerogenerador y los paneles fotovoltaicos más adecuado y eficaz para la zona, elige un aerogenerador de 5KW que arranca con una velocidad del viento promedio de 2m/s, y dimensiona 18 paneles solares fotovoltaicos de la marca SIMAX de 190 Wp. y ciertamente coincide con esta investigación ya que para poder hallar la máxima demanda del caserío Huacaday se encuestó a 7 pobladores, evaluando el consumo de cada uno de los pobladores, teniendo ya los datos en tablas, se procedió a realizar los cálculos, obtuvimos una máxima demanda diaria de 55,15 KWh/día; este dato nos sirvió para poder dimensionar y seleccionar el aerogenerador marca Aeolos H- 30KW.

Así mismo también llegamos a coincidir con (Alfonso, 2016) que en su estudio denominado: “Estudio técnico-económico de micro generación eólica para generación compartida en la red eléctrica de Shirac – Cajamarca”, tuvo como objetivo el estudio técnico-económico de generación de energía micro eólica lista para usar como generación compartida en la red de la provincia de Cajamarca Chirac. Concluye que para hallar la máxima demanda de Shirac Cajamarca con una población de 915 habitantes y 183 viviendas, desarrolla encuestas a ciertos pobladores, utiliza tablas de registros y después aplica las fórmulas para hallar la máxima demanda anual obteniendo 34 870 KW/h. y también halla una máxima demanda proyectada a 20 años siendo de 74 005 KW/h. y selecciona 2 aerogeneradores, un aerogenerador de 30 KW para satisfacer la máxima demanda los 7 primeros años y posteriormente para satisfacer los 13 años restantes selecciona un aerogenerador de 20 KW. En cierta parte coincidimos con (Alfonso, 2016) ya que en la presente investigación también se desarrollaron encuestas a pobladores y se registraron en tabla y desarrollamos cálculos para hallar la máxima demanda anual siendo de 19857.6 KW, también desarrollamos una máxima demanda proyectada a 20 años de 24 011.7 KW. Pero en esta parte si nos diferenciamos ya que en nuestra investigación, solo llegamos a seleccionar un aerogenerador de 30 KW marca AEOLOS.

Asimismo, (Avila, 2016) en su trabajo de investigación: “Diseño de un aerogenerador de tipo doméstico”, desarrollado en el Instituto Tecnológico de Pachuca, estableció como objetivo general, que la generación de electricidad a partir de aerogeneradores; está diseñado para ofrecer un rendimiento superior al habitual y proporcionar una red residencial de 2.5 kW al menor coste posible, concluye que al desarrollar solo de manera teórica, los resultados obtenidos están dentro de los parámetros que existen con otros aerogeneradores, la potencia de carga que se utiliza en un hogar o casa residencial es de aproximadamente 2.5 KW. Y diseña un aerogenerador, determinando la longitud del Alabe del aerogenerador de 3,2 metros con una diámetro de 6.4 metros para proporcionar la energía que se necesita, con una velocidad de 1800 r.p.m. y un generador eléctrico inducido de una potencia de 2.5 KW. Ciertamente coincidimos con (Avila, 2016) ya que en la presente investigación, a través del desarrollo de encuesta y la aplicación de fórmulas hallar un consumo diario de 1.38Kw/h y un consumo mensual de

41.37KW/h, seleccionando un aerogenerador con diámetro de rotor de palas de 15.6m y generador eléctrico de impulsión directa Magnético Permanente y un controlado con PLC pantalla táctil.

La investigación de (Vidal, 2019), tuvo como objetivo dimensionar un aerogenerador de eje vertical tipo SAVONIUS de bajo coste, y concluye que con una velocidad medias anuales del viento de entre 4 metros/segundo y 5 metros/segundo, y una potencia eléctrica útil por m² en la Península de Ibérica es de 5 y 10 W/m². Coincidimos que en el caserío de Huacaday la velocidades promedio medias anual del viento están entre los 4 metros/segundo y 5 metros/segundo, pero con la diferencia que en el caserío de Huacaday Otuzco la Libertad Perú se obtiene una potencia eléctrica útil de 15W/m².

(Adan, 2019) en tu tesis “proyecto de un sistema eólico para suministrar y ahorrar energía eléctrica al fundo chupe – Lambayeque”, tuvo como objetivo común dimensionar un método de energía eólica para suministrar electricidad al fundo Chucupe, obtuvo velocidades más altas entre la 14:00 horas y las 19:00 del día con datos del viento, determina que la rapidez promedio era de 4,49 metro/segundo y por lo cual obtuvo una potencia eólica de 348,9W/h por día y siendo al mes 10,467 KW/h con lo cual estaba cubriendo su máxima demanda y seleccionar un aerogenerador marca Bornay 1500, con una torre de 13 metros de altura que cumple con abastecer su máxima demanda., ciertamente coincidimos con la presente investigación ya que en el caserío de Huacaday Otuzco se obtuvo velocidades más altas entre las 10:00 am y las 15:00 pm del día con datos del viento entre 4 metros/segundo y 5 metros/segundo datos obtenidos de WINFINDER(página de previsiones del viento y meteorológicas), se obtuvo la potencia una potencia eólica de 2.25KW7H por día y siendo al mes 67.5 KW/h, logrando abastecer una máxima demanda de 43KW/h mensual necesaria para satisfacer la máxima demanda requerida; y se dimensiono un aerogenerador marca AEOLOS 30KW con una torres de 18 metro de altura y con un controlador PLC con pantalla HDMI táctil.

(Elier, 2020) en su tesis diseño de un sistema eólico para suministrar energía eléctrica a la I.E. Fray Martín de Porres distrito de Huarmaca-Huancabamba-Piura, tuvo como objetivo diseñar un sistema eólico para suministrar energía eléctrica, utilizando el recurso eólico como fuente de energía renovables, concluye que para

hallar la máxima demanda del colegio desarrolla encuestas y las proyecta el tablas y desarrollando sus fórmulas obtiene una máxima demanda que varía de entre los 33.34 KW/h y 51.42 KW/h, y con los datos obtenidos de la rapidez del viento en la etapa meteorológica EMA Huarmaca, recibida de mando de SENAMHI; con lo que paso a seleccionar un aerogenerador marca ENAIR e200l con una 10 KW de potencia nominal. Coincidimos con (Elier, 2020) ya que para hallar nuestra máxima de 41.37 KW/h mensual, se tuvo que desarrollar encuestas y luego ser plasmada el cuadros y por consiguiente desarrollar los cálculos para hallar la máxima demanda del caserío de Huacaday Otuzco, con ese dato y una velocidad promedio de 4 metros por segundo se procedió a dimensionar el Aerogenerador de la marca AEOLOS con una potencia eléctrica nominal de 30KW.

VI. CONCLUSIONES

- Mediante encuestas a 7 pobladores del caserío de Huacaday-Otuzco, se determinó un consumo de energía eléctrica diario por cada poblador de 1379 Watts/hora, y un consumo de energía eléctrica mensual de 41.37 KW/h, llegando a tener un consumo de energía eléctrica anual por todo el caserío de 19,857 KW/h y con una máxima demanda proyecta a 20 años de 24,011.7 KW/h.
- Para el desarrollo y uso eficiente del recurso eólico en el caserío de Huacaday, se tomaron fichas de observación de la velocidad del viento por 4 meses (agosto, septiembre, octubre y noviembre), llegando a obtener una velocidad promedio del viento de entre 5 m/s y 4 m/s, ya para el dimensionamiento del aerogenerador eólico se consideró la velocidad del viento de 4m/s.
- Se determinó un aerogenerador de la marca AEOLOS con una potencia de salida de 30 KW, utiliza un generador eléctrico de impulsión directa magnético permanente, con 3 palas de fibra de vidrio y un diámetro del rotor de palas de 15.6 m. y una velocidad de arranque de 2.5 m/s, y que utiliza un controlador por PLC con pantalla táctil, cuenta con un sistema de seguridad, con control de orientación, freno eléctrico y freno hidráulico.
- Se determinó que, variando el parámetro de área de barrido del aerogenerador, efectivamente hay un aumento de la potencia generada; y que también se comprobó que a mayor velocidad del viento es mayor la generación eléctrica.
- La inversión inicial de 54900 dólares se estaría recuperando en 9 años de puesta en marcha del proyecto y a partir del año 10 se estaría generando ganancias.

VII. RECOMENDACIONES

Dentro de las recomendaciones más convenientes a tenemos:

- Realizar un estudio de las turbinas eólicas utilizadas en las zonas rurales para poder obtener unas referencias más precisas de las hojas de datos técnicos.
- Desarrollar investigaciones exhaustivas de nuevas fuentes de energías renovables que sean económica y socialmente viables para centros poblados rurales. Considerando a la energía solar fotovoltaica y la generación de electricidad a partir de biogás.
- Desarrollar estrategias y técnicas para la capacitación permanente del personal que realizara los mantenimientos preventivos de los aerogeneradores eléctricos.
- Capacitar a la población en general sobre el sistema implementado dentro del caserío de Huacaday para así poder evitar accidentes por negligencias y desconocimiento.

REFERENCIAS:

- ACCIONA. (2020). https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-eolica/aerogeneradores/?_adin=02021864894. Obtenido de https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-eolica/aerogeneradores/?_adin=02021864894.
- Adan, P. B. (2019). *Diseño de un sistema eólico para suministrar energía eléctrica al fundo Chucupe-Lambayeque*. Chiclayo - Peru: Universidad Cesar Vallejo.
- AEOLOS. (2020). <https://www.windturbinestar.com/Aerogeneradores.html>. Obtenido de <https://www.windturbinestar.com/Aerogeneradores.html>.
- AEROGENERADOR. (11 de OCTUBRE de 2022). <https://es.wikipedia.org/wiki/Aerogenerador#:~:text=El%20%C3%ADmite%20de%20Betz%20indica,como%20el%20coeficiente%20de%20Betz>. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Aerogenerador#:~:text=El%20%C3%ADmite%20de%20Betz%20indica,como%20el%20coeficiente%20de%20Betz>.
- Alfonso, V. P. (2016). *Estudio técnico económico para la microgeneración eólica utilizando como generación distribuida en las redes eléctricas Shirac-Cajamarca-2016*. Cajamarca - Peru: Universidad Cesar Vallejo.
- Ambiente, E. M. (Noviembre de 2022). <https://eresmedioambiente.com/aerogeneradores-eolicos-verticales/>. Obtenido de <https://eresmedioambiente.com/aerogeneradores-eolicos-verticales/>.
- Avila, G. Z. (2016). *DISEÑO DE UN AEROGENERADOR DE TIPO DOMESTICO*. Pachuca - Mexico: INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PACHUCA .
- Céspedes Coylo, R. y. (2019). *Diseño de un sistema de energía eólica para el suministro eléctrico de la localidad de Quinuabamba-Pomabamba-Ancash*.
- chemicals, A. s. (2022). <https://www.antala.es/>. Obtenido de <https://www.antala.es/>.
- Como Funciona. (2022). *Como Funciona*. Obtenido de Como Funciona: <https://como-funciona.co/un-aerogenerador#:~:text=Unidad%20de%20refrigeraci%C3%B3n%3A%20Todo%20el,aceite%20usado%20por%20el%20multiplicador>.
- Danish Wind Industry Association. (mayo de 2003). *Danish Wind Industry Association*. Obtenido de Danish Wind Industry Association: <http://xn--drmstrre-64ad.dk/wp-content/wind/miller/windpower%20web/es/tour/wtrb/control.htm>
- Definición de Suministro. (2022). *Definición*. Obtenido de Definición de Suministro: <https://definicion.de/suministro/>
- Economipedia. (2022). *Investigación Tecnológica*. Obtenido de Economipedia.
- Elier, H. T. (2020). *Diseño de un sistema eólico para suministrar energía eléctrica a la I.E.*

Fray Martín de Porres distrito de Huarmaca-Huancabamba-Piura. Chiclayo - Peru:
Universidad Cesar Vallejo.

Energía Eólica. (2011). *Energía Eólica*. Obtenido de Energía Eólica:

<https://sites.google.com/site/energiaeolica98765432/system/app/pages/recentChanges>

Energy, g. n. (2022). *15KW AEROGENERADOR DE EJE HORIZONTAL EL SISTEMA FUERA DE LA RED. CHINA*. Obtenido de https://es.made-in-china.com/co_qd-greef/product_15kw-Horizontal-Axis-Wind-Turbine-off-Grid-System_eugihgosy.html

Ente nacional para la energía eléctrica. (2018). *¿Qué es la energía eólica y cómo funciona?* Obtenido de Ente nacional para la energía eléctrica:
<https://www.enel.pe/es/sostenibilidad/que-es-la-energia-eolica-y-como-funciona.html>

ESPAÑOL, E. (2022). <https://www.elespanol.com/invertia/empresas/20171116/molinos->

- eolicos-palas/262475127_0.html*. Obtenido de https://www.elespanol.com/invertia/empresas/20171116/molinos-eolicos-palas/262475127_0.html.
- Feria Virtual. (2019). *Medicion y Control*. Obtenido de Medicion y Control: <https://www.interempresas.net/Medicion/FeriaVirtual/Producto-Anemometros-ultrasonicos-bidireccionales-Duran-Electronica-WindSonic-95015.html>
- GO, e. (DICIEMBRE de 2020). <https://blog.energygo.es/que-son-las-palas-aerogeneradoras/>. Obtenido de <https://blog.energygo.es/que-son-las-palas-aerogeneradoras/>.
- Greef, N. E. (2022). *15KW AEROGENERADOR DE EJE HORIZONTAL EL SISTEMA FUERA DE LA RED*. China.
- Hernan Ulloa. (2008). *Ley de fomento a las ERNC*. Obtenido de Energia Eolica: <https://hrudnick.sitios.ing.uc.cl/alumno08/renewables/eolica.html>
- Herrera, S. J. (2015). *EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA GENERACION DE ELECTRICIDAD UTILIZANDO LA ENERGIA EOLICA PARA LA HACIENDA MEMBRILLAR - LA LIBERTAD - OTUZCO-SINSICAP*. Chiclayo.
- HIDROLATE. (2016). <https://hidrolate.wordpress.com/tema/>. Obtenido de <https://hidrolate.wordpress.com/tema/>.
- Iberloa. (2022). <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/energia-eolica>. Obtenido de <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/energia-eolica>.
- Jesus, S. C. (2018). *Diseño de un sistema hibrido eolico fotovoltaico para suministro de energia electrica del centro poblado nueva Esperanza ubicado en el distrito de Catache-Santa Cruz-Cajamarca*. Lambayeque - Peru: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Karolynne, G. L., Camila, L. D., Jamalí, L. H., & Wilmer, R. L. (2022). *1ER AVANCE DE PROYECTO FÍSICA 2022 - NRC 15091--.docx -...* Couse hero. Obtenido de <https://www.coursehero.com/file/144608529/1ER-AVANCE-DE-PROYECTO-F%C3%8DSICA-2022-NRC-15091-docx/>
- Made-in-China(Connecting Buyers with Chinese Suppliers). (noviembre de 2022). https://es.made-in-china.com/co_qd-greef/product_15kw-Horizontal-Axis-Wind-Turbine-off-Grid-System_eugihgosy.html. Obtenido de Made-in-China(Connecting Buyers with Chinese Suppliers).
- mundo, D. d.--. (2022). <https://www.windturbinestar.com/Aerogenerador-30kw.html>. Obtenido de <https://www.windturbinestar.com/Aerogenerador-30kw.html>.
- Naciones Unidas. (2022). *Accion por el clima*. Obtenido de Naciones Unidas: <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-renewable-energy>
- Narejos, A. (2011). Principales averías de un aerogenerador. *Energías Renovables e instalaciones industriales (fotovoltaica, eólica y eficiencia energética)*. Obtenido de

- <https://antonionarejos.wordpress.com/2011/04/07/principales-averias-de-un-aerogenerador/>
- Parque Eólico Experimental Sotavento. (2020). *El Aerogenerador*. Obtenido de Parque Eólico Experimental Sotavento: <https://www.sotaventogalicia.com/area-tecnica/instalaciones-eolicas/funcionamiento/#:~:text=Eje%20de%20alta%20velocidad%3A%20Gira,de%20disco%20mec%C3%A1nico%20de%20emergencia.>
- Recolección de datos. (2021). *Recolección de datos: métodos, técnicas e instrumentos*. Obtenido de Recolección de datos: <https://blog.hubspot.es/marketing/recoleccion-de-datos>
- Renovetec. (2010). *Renovetec*. Obtenido de Renovetec: <http://www.renovetec.com/articulos/partesaerogenerador.html#:~:text=G%C3%B3ndola%3A,del%20rotor%20en%20energ%C3%ADa%20el%C3%A9ctrica.>
- RENOVETEC. (2018). <http://www.renovetec.com/articulos/partesaerogenerador.html>. Obtenido de <http://www.renovetec.com/articulos/partesaerogenerador.html>.
- RENOVETEC. (2019). <http://www.mantenimientodeaerogeneradores.com/index.php/clasificacion-de-aerogeneradores>. Obtenido de <http://www.mantenimientodeaerogeneradores.com/index.php/clasificacion-de-aerogeneradores>.
- ResearchGate. (2022). https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Componentes-de-un-aerogenerador_fig1_236890138. Obtenido de https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Componentes-de-un-aerogenerador_fig1_236890138.
- Vidal, C. D. (2019). *Diseño de un aerogenerador Savonius para uso doméstico*. Valencia - España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Wikipedia. (septiembre de 2021). *Multiplicadora*. Obtenido de Wikipedia: <https://es.wikipedia.org/wiki/Multiplicadora#:~:text=La%20multiplicadora%20es%20el%20elemento,la%20fuerza%20de%20dicho%20eje.>
- Windfinder. (noviembre de 2022). *Windfinder*. Obtenido de Windfinder.

ANEXOS

ANEXOS 1 Variable de operacionalización

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
<p>Variable Independiente: Dimensionar un sistema de energia eolica</p>	<p>Se calcula multiplicando la densidad de energia por el flujo de aire sobre la seccion de area A por unidad de tiempo. (Hernan Ulloa, 2008).</p>	<p>Utilizare valores de las medidas de velocidad del viento, para poder dimensionar el tipo de aerogenerador.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad • Direccion 	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad del viento • Tiempo • Selección de aerogenerador 	<ul style="list-style-type: none"> • m/s • horas • KW
<p>Variable Dependiente: Mediciones de electricidad</p>	<p>Accion realizada para satisfacer las necesidades de los consumidores en una estructura economica(hogares, empresas, etc). La energia es esencial en todos los hogares. (Definicion de Suministro, 2022).</p>	<p>Determinar la energia, consumo promedio diario.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de electricidad • Que equipos electricos tienen los hogares 	<ul style="list-style-type: none"> • Energia promedio diaria • Tension (V) • Corriente (A) • Potencia (KW) 	<ul style="list-style-type: none"> • kW/h • Voltios • Amperios • KiloVatios

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2

Validación de Expertos

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA
TABLA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS**

Trujillo, 03/12/2022

Apellido y nombres del experto: Aranguri Cayetano Denis Javier

DNI: 42009679

Nº de Colegiatura Profesional: 114229

Teléfono: 944481658

Título/grados: Ing. en Energía, Maestría en recursos naturales y Dr. en ciencias

Cargo e institución en que labora: Docente universitario e investigador en la UNS

Título de la Investigación: Dimensionamiento de un sistema de Energía Eólica para suministrar electricidad

Autor (es): Montañez Mallqui Mario Rodolfo

Mediante la tabla de evaluación de expertos, usted tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con "x" en las columnas de SÍ o NO.


	ITEM	APRECIA		OBSERVACIONES
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de recolección de datos está formulado con lenguaje apropiado y comprensible?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos guarda relación con el título de la investigación?	X		
3	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con la(s) variable(s) de estudio?	X		
5	¿Las preguntas del instrumento de recolección de datos se desprenden con cada uno de los indicadores?	X		
6	¿Las preguntas del instrumento de recolección de datos se sostienen en antecedentes relacionados con el tema y en un marco teórico?	X		
7	¿el diseño del instrumento de recolección de datos facilitará el análisis y el procesamiento de los datos?	X		
8	¿El instrumento de recolección de datos tiene una presentación ordenada?	X		
9	¿El instrumento guarda relación con el avance de la ciencia, la tecnología y la sociedad?	X		
10	El Marco Teórico es acorde con la realidad empresarial considerada y define conceptos útiles para el tema.	X		

SUGERENCIAS: _____



FIRMA DEL EXPERTO

DENIS JAVIER ARANGURI CAYETANO
ING. EN ENERGÍA
P.gg. Colegio de Ingenieros Nº 114229

ANEXO 3



WhatsApp
por WhatsApp al número




Hidrandina
EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO DE
ELECTRICIDAD ELECTRONORTE MEDIO S.A.
Of. Principal: Av. España 1030 - Trujillo
R.U.C. 20132023540

RECIBO Nº S506-05750589 **Enero-2022**
Otuzco / Otuzco / La Libertad/ 5718 - 64351 - 383

Para Consultas, su código es: **68119964**
MINCHOLA BACILIO, YULISA MADELEY
Ccrio. Huacaday Nº Lote 41 Caserío Huacaday

DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO	IMPORTES FACTURADOS
Tensión y SED: 220 V - BT / D-380632 Sist. Eléctrico: SR0011 SER Trujillo (SER) Tipo de Conexión: Monofásica-Aérea(C1.1) Opción Tarifaria: BT5B - Residencial Medidor Nº: 000002020000281 - Electrón. Hilos: 2 Lectura Anterior: 78.00 (21/12/2021) Lectura Actual: 95.00 (21/01/2022) Diferencia de Lectura: 17.00 Factor: 1.0000 Consumo: 17.00 kWh Cons. Prom.(5): 19.50 kWh Potencia Contratada: 1.00 kW Inicio Contrato: 25/08/2021 Término Contrato: 24/08/2022 Fecha Cierre: 29/01/2022	Recibo por Consumo del 22/12/2021 al 21/01/2022 Cargo Fijo: 3.87 Energía Activada: 0.3585 x 17.0000 kWh: 6.10 Almacenamiento Público (Alcorta): 0.57 SUB TOTAL: 10.54 Imp. Grat. a las Ventas: 1.00 Saldo por Redondeo: -0.03 Diferencia de redondeo: 0.03 Aporte Ley Nro. 28749: 0.032 TOTAL RECIBO DE ENERO-2022: 12.60 Descuento FOSE(Ley Nº27519) S/ 0.10

Consumo Facturado (kWh) vs Importe Total (S/)



Importe 2 Últimos Meses Facturados	
Nov - 2021 S/ 11.20	Dic - 2021 S/ 10.20


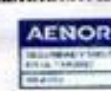
FECHA DE VENCIMIENTO 18/02/2022

TOTAL A PAGAR: S/ *****12.60


RECIBO Nº S506-05750589 **Enero-2022**
 Suministro: 68119964 MINCHOLA BACILIO, YULISA
Otuzco / Otuzco / La Libertad/
 5718 - 64351 - 383 / 29/01/2022 / 18/02/2022
TOTAL A PAGAR S/ ***12.60**



Hidrandina R.U.C. 20132023540

Pago aquí



ANEXO 4

RECIBO N° S506-06350453

Julio 2022

Otuzco / Otuzco / La Libertad/

571 06351 - 260



27

Hidrandina

Para consultas su código es: **68119561**
MINCHOLA RODRIGUEZ, NAYO EMILIANO
 Csrio. Huacaday N° Lote 26 Caserío Huacaday

EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO DE
 ELECTRICIDAD ELECTRONORTE MEDIO S.A.
 Of. Principal: Av. España 1030 - Trujillo
 R.U.C. 20132023540

DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO		IMPORTE FACTURADOS	
Tensión y SED	220 V - BT / D-380631	Recibo por Consumo del 21/06/2022 al 21/07/2022	
Sist. Eléctrico	SR0011 SER Trujillo (SER)	Cargo Fijo	4.09
Tipo de Conexión	Monofásica-Aérea(C1.1)	Ene.Activa(S/ 0.3673 x 1.0000 kWh)	0.37
Opción Tarifaria	BT5B - Residencial	AlumbradoPublico (Alícuota : S/ 0.6157)	0.62
Medidor N°	000002020001701 - Electrón.	Interés Compensatorio	0.03
Hilos	2	SUB TOTAL	5.11
Lectura Anterior	44.00 (20/06/2022)	Imp. Gral. a las Ventas	0.92
Lectura Actual	45.00 (21/07/2022)	Saldo por recondeo	-0.04
Diferencia de Lectura	1.00	Aporte Ley Nro. 28749	0.032
Factor	1.0000	TOTAL RECIBO DE JULIO 2022	6.00
Consumo	1.00 kWh	Descuento FOSE(Ley N°27510) S/ 0.37	
Cons. Prom.(6 meses)	4.67 kWh		
Potencia Contratada	1.00 kW.		
Inicio Contrato	25/08/2021		
Término Contrato	24/09/2022		
Fecha Emisión	29/07/2022		

Consumo Facturado (kWh)	Importe Total (S/.)
1.00	6.00

Importe 2 Últimos Meses Facturados	
May - 2022 S/ 8.00	Jun - 2022 S/ 6.90

17 AGO. 2022

voto informado
<https://votoinformado.jne.gob.pe>

FECHA DE VENCIMIENTO

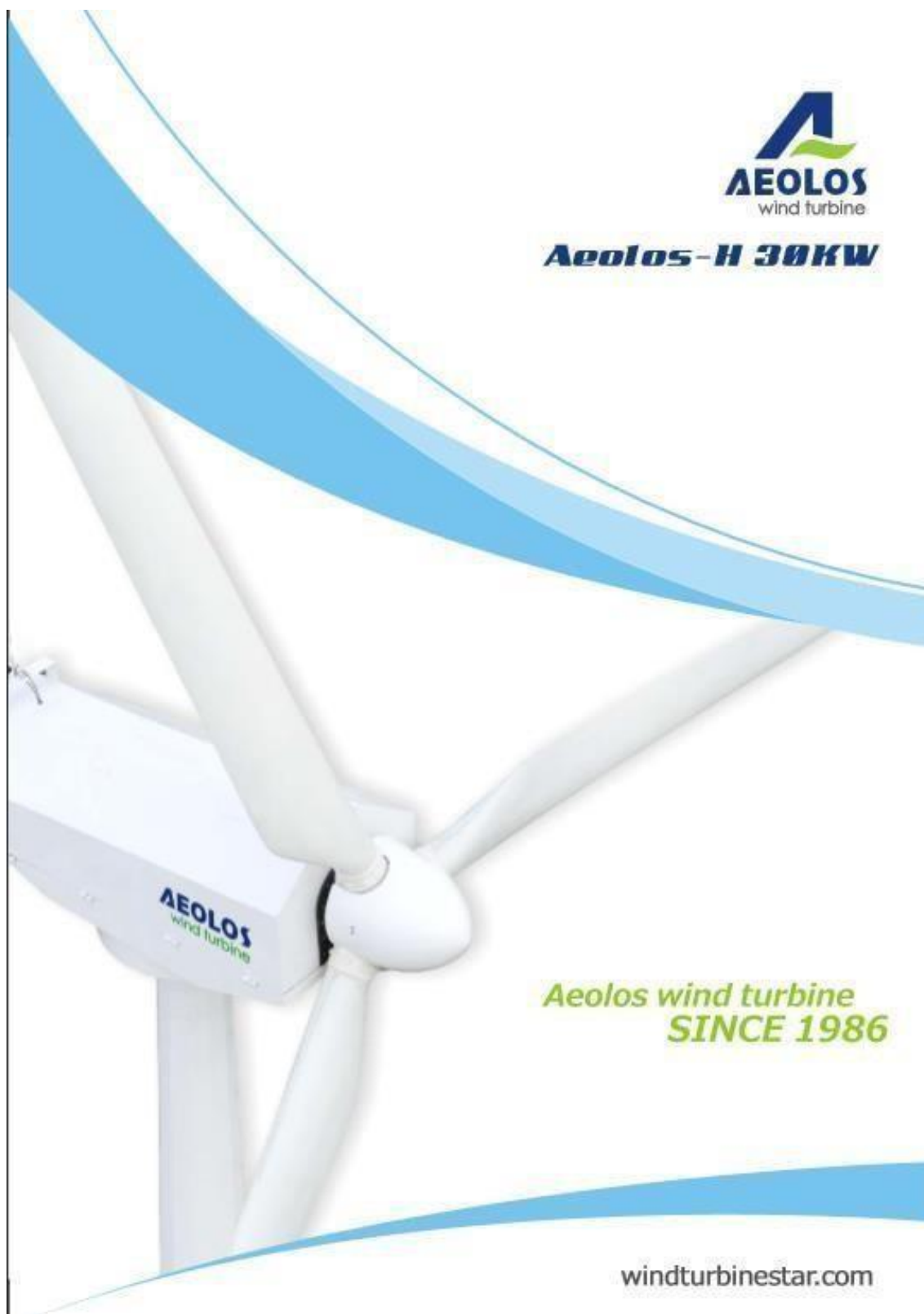
18/08/2022

¡Funcional! Eres un potencial Beneficiario FISE. Comunícate a través de los canales digitales u oficinas de atención al cliente. Si tu evaluación es conforme podrás ser un beneficiario FISE.



R.U.C. 20132023540

Anexo 5 Brochure Aeolos H-30KW





Aeolus-H 30KW
windturbinestar.com



Turbine

Rated power 30 kW
 Max Power 40 kW
 Cut-in wind speed 3 m/s (6.7 mph)
 Rated Wind speed 11 m/s (24.6 mph)
 Survival wind speed 50 m/s (111.5 mph)
 Design lifetime 20 years
 Overall weight 980 kg (2160.5 lbs)

Rotor

Rotor diameter 12.5 m (41.0 ft)
 swept area 122.7 m² (1319.6 ft²)
 Rotor speed 90 rpm
 Blade material Fiber Glass

Generator

Drive Type Direct Drive (Without Gearbox)
 Generator Type Permanent Magnet Generator
 Generator Voltage 360 VDC (Grid-off)
 450 VDC (Grid-on)
 Efficiency 95%

Controller

Control System PLC with Touch Screen
 Remote Monitoring Optional

Safety

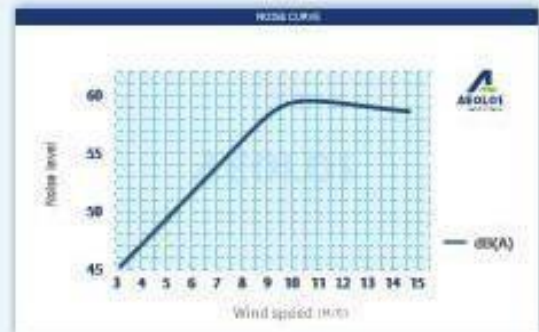
Main Brake System Yaw Control & Electronic Brake
 Secondary Brake System Mechanical Hydraulic Brake

Tower

Monopole Tower 18m 24m 30m
 Hydraulic Tower 18m 24m

Warranty

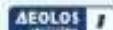
Standard warranty 5 years

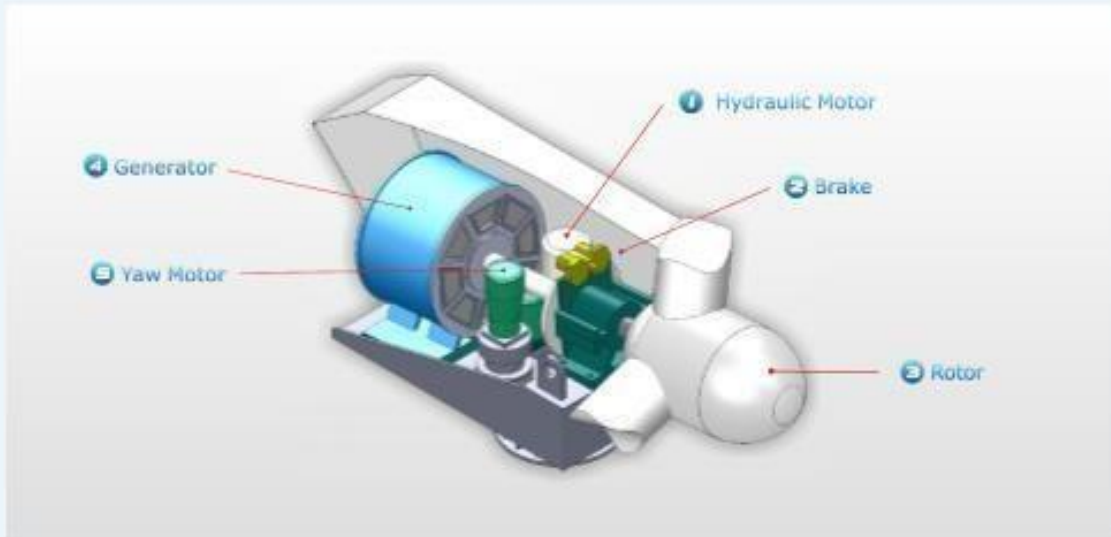


Aeolus-H 30kW Wind Turbine ANNUAL Output

Wind Speed(m/s)	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Generator Power(W)	450	1120	2300	4080	5780	10500	15500	22050	29600
Annual Energy Output(kWh)	7884	17660	34252	57325	89089	128772	176514	231790	311155

5 YEAR WARRANTY





Why Choose AEOLUS-H 30kW Wind Turbine?

Triple Safety & Brake Protection

Yaw Control: PLC controller will control the yaw motor to deviate wind turbine from the wind direction at an angle of 30 degrees, 60 degrees or 90 degrees when it detects the faults of over wind speed, over voltage or generator over temperature.

Electronic Brake: Aeolos-H 30kW has a 45kW dump load box and uses PWM technology as the electronic brake control. PWM could control the over voltage and turbine over speed smoothly.

Mechanical Brake: As the secondary protection system, mechanical brake was driven by high quality German hydraulic station. It could stop the wind turbine rotor in over speed, over voltage, over temperature or grid failure.

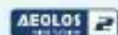
High Efficiency & Reliable Design

Aeolos-H 30kW uses a directly driven generator without gearbox or booster device. The generator is directly driven by blade rotor. It has 30% more power output than induction generator at the same wind speed.

The directly driven design is more reliable than the induction generator with gearbox. All of the mechanical and electronic components choose the best quality manufacturers like SKF, ABB and Omron. All of designs follow the less or free maintenance principles.

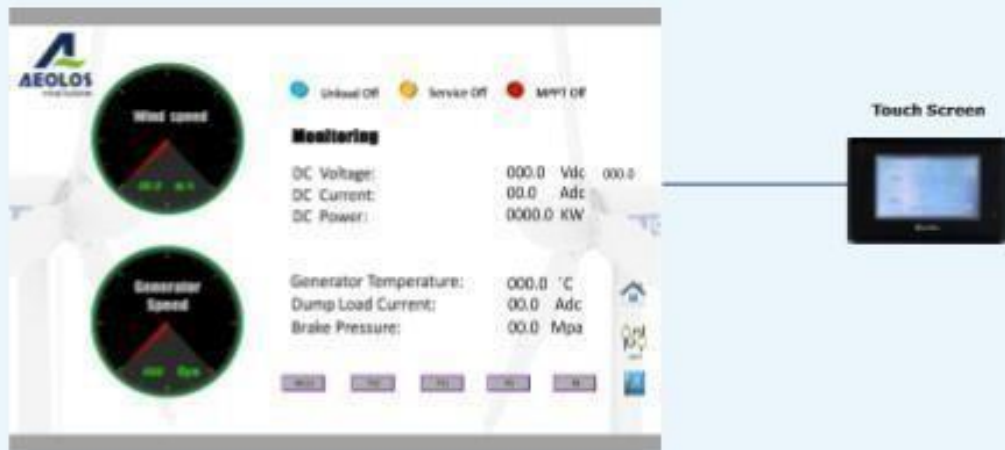


5 YEAR WARRANTY



Intelligent Control & Remote Monitoring

Aeolos employs Programmable logic controller (PLC) and touch screen as the control system. All the operation data like wind speed and power output can be recorded and customer can easily adjust the protection data of wind speed, voltage, current and rpm through controller.



Aeolos provides remote monitoring function to the customers. You can remotely monitor and control the wind turbine operation through wireless or wire internet in home, office, airport and anywhere.



5 YEAR WARRANTY

AEOLOS

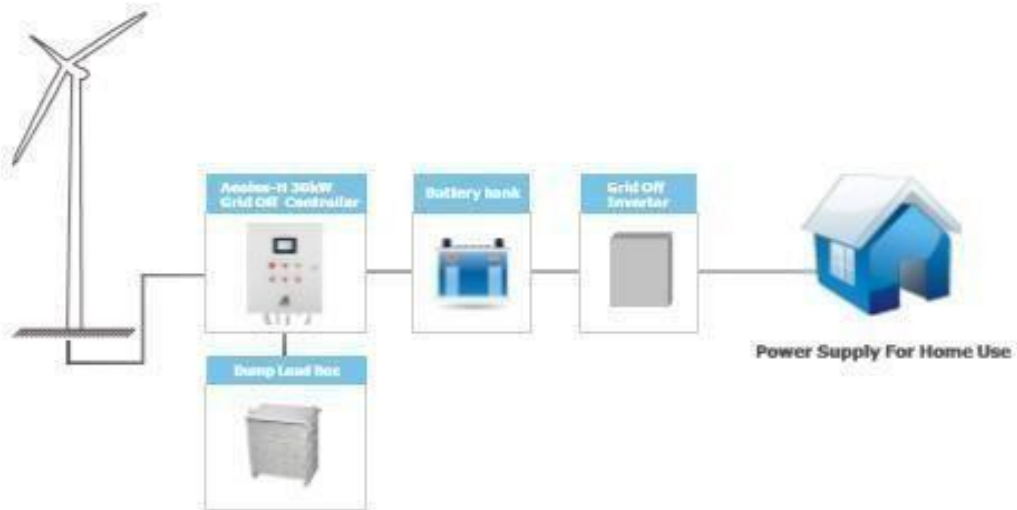


Wire Diagram

Grid-on



Grid-off




Aeolos Wind Energy Ltd (UK)
27 Old Gloucester Street, London WC1N 3AX
United Kingdom
Tel: +44 208 242 1884
E-mail: sales@windturbinestar.com


5 YEAR WARRANTY




ANEXO 6: Ficha de Observación del mes de Agosto

 FICHA DE OBSERVACION-1									
Título de investigación	Dimensionamiento de un Sistema de Energía Eólica para suministrar electricidad al caserío de Huacaday-Otuzco-La Libertad, 2022.								
Instrumento a utilizar:	Datos de WINDFINDER								
marca del instrumento:	WINDFINDER								
Realizado por:	Montañez Mallqui Mario Rodolfo								
Aprobado por:									
ago-22	Velocidad del viento (m/s)								
	COORDENADAS LAT:-7.9488 ; LON:-78.6494								Promedio
Hora de Medición	1H	4H	7H	10H	13H	16H	19H	22H	Promedio
01/08/2022	2	4	5	9	11	9	4	2	5.75
02/08/2022	2	2	4	8	12	8	4	3	5.38
03/08/2022	2	3	4	9	11	9	5	2	5.63
04/08/2022	1	3	3	8	9	8	4	2	4.75
05/08/2022	2	3	5	7	12	9	3	2	5.38
06/08/2022	1	3	3	9	10	7	3	3	4.88
07/08/2022	1	4	5	7	9	9	4	2	5.13
08/08/2022	2	3	4	8	11	9	5	2	5.5
09/08/2022	1	3	4	9	11	9	4	3	5.5
10/08/2022	1	4	5	9	10	8	4	2	5.38
11/08/2022	2	3	4	9	11	9	3	2	5.38
12/08/2022	1	3	5	9	12	9	4	3	5.75
13/08/2022	2	2	5	8	11	8	4	2	5.25
14/08/2022	1	3	5	9	10	9	4	2	5.38
15/08/2022	1	3	4	8	11	8	3	3	5.13
16/08/2022	2	4	5	9	10	9	4	2	5.63
17/08/2022	2	2	3	8	12	7	4	2	5
18/08/2022	1	3	4	8	11	9	3	2	5.13
19/08/2022	2	3	5	7	10	8	4	3	5.25
20/08/2022	2	2	3	8	11	9	3	2	5
21/08/2022	2	4	4	7	11	8	4	2	5.25
22/08/2022	1	3	4	9	10	8	3	3	5.1
23/08/2022	1	3	5	8	11	9	4	2	5.38
24/08/2022	1	3	4	7	10	8	3	2	4.75
25/08/2022	2	2	5	8	10	8	3	2	5
26/08/2022	1	4	3	8	10	9	4	3	5.25
27/08/2022	2	3	4	8	11	8	3	2	5.13
28/08/2022	1	3	5	9	10	8	3	2	5.13
29/08/2022	1	2	4	7	12	9	4	2	5.13
30/08/2022	2	4	3	8	11	8	3	3	5.25
31/08/2022	1	3	5	9	11	9	3	3	5.5
Velocidad Prom. de Agosto	5.26								

ANEXO 7: Ficha de Observación del mes de Septiembre 2022

 FICHA DE OBSERVACION-2									
Título de investigación	Dimensionamiento de un Sistema de Energía Eólica para suministrar electricidad al caserío de Huacaday-Otuzco-La Libertad, 2022.								
Instrumento a utilizar:	Datos de WINDFINDER								
marca del instrumento:	WINDFINDER								
Realizado por:	Montañez Mallqui Mario Rodolfo								
Aprobado por:									
sep-22	Velocidad del viento (m/s)								
	COORDENADAS LAT:-7.9488 ; LON:-78.6494								
Hora de Medición	1H	4H	7H	10H	13H	16H	19H	22H	Promedio
01/09/2022	1	2	5	9	11	9	3	2	5.25
02/09/2022	1	2	4	8	10	8	4	2	4.875
03/09/2022	1	3	3	7	11	9	3	2	4.875
04/09/2022	1	2	3	8	11	9	4	2	5
05/09/2022	1	3	4	9	10	8	3	2	5
06/09/2022	1	3	5	9	11	7	3	2	5.125
07/09/2022	1	2	3	7	11	9	4	2	4.875
08/09/2022	1	3	4	8	10	9	3	2	5
09/09/2022	1	2	4	8	11	9	4	2	5.125
10/09/2022	1	3	5	8	10	8	4	2	5.125
11/09/2022	1	3	4	7	11	9	3	2	5
12/09/2022	1	2	5	9	10	9	4	2	5.25
13/09/2022	1	2	4	8	9	8	4	2	4.75
14/09/2022	1	3	5	9	10	9	4	2	5.375
15/09/2022	1	2	5	8	11	9	3	2	5.125
16/09/2022	1	2	3	7	10	9	3	2	4.625
17/09/2022	1	2	3	8	10	9	4	2	4.875
18/09/2022	1	3	5	9	9	8	3	2	5
19/09/2022	1	2	5	9	10	9	4	2	5.25
20/09/2022	1	2	3	8	11	8	3	2	4.75
21/09/2022	1	2	4	7	11	9	3	2	4.875
22/09/2022	1	3	5	9	10	8	3	2	5.125
23/09/2022	1	3	4	9	11	9	3	2	5.25
24/09/2022	1	2	4	7	9	9	3	2	4.625
25/09/2022	1	2	3	8	10	8	3	2	4.625
26/09/2022	1	2	5	9	10	8	3	3	5.125
27/09/2022	1	3	4	8	11	9	3	2	5.125
28/09/2022	1	3	4	7	10	9	3	2	4.875
29/09/2022	1	2	4	9	10	9	4	2	5.125
30/09/2022	1	2	3	8	11	8	4	2	4.875
Velocidad Prom. De Setiembre	5.00								

ANEXO 8: Ficha de Observación del mes de Octubre del 2022

 FICHA DE OBSERVACION-3									
Título de investigación	Dimensionamiento de un Sistema de Energía Eólica para suministrar electricidad al caserío de Huacaday-Otuzco-La Libertad, 2022.								
Instrumento a utilizar:	Datos de WINDFINDER								
marca del instrumento:	WINDFINDER								
Realizado por:	Montañez Mallqui Mario Rodolfo								
Aprobado por:									
oct-22	Velocidad del viento (m/s)								
COORDENADAS LAT:-7.9488 ; LON:-78.6494									
Hora de Medición	1H	4H	7H	10H	13H	16H	19H	22H	Promedio
01/10/2022	1	3	4	7	9	8	3	2	4.625
02/10/2022	1	2	4	8	10	8	4	2	4.875
03/10/2022	1	3	4	7	11	7	3	2	4.75
04/10/2022	1	3	3	8	9	8	4	2	4.75
05/10/2022	1	3	4	7	9	8	3	2	4.625
06/10/2022	1	3	3	8	10	7	3	2	4.625
07/10/2022	1	2	3	7	9	9	4	2	4.625
08/10/2022	1	3	4	8	10	8	3	2	4.875
09/10/2022	1	3	4	8	11	9	4	2	5.25
10/10/2022	1	3	4	8	10	8	3	2	4.875
11/10/2022	1	3	4	7	11	9	3	2	5
12/10/2022	1	3	5	8	10	7	4	2	5
13/10/2022	1	2	4	8	9	8	4	2	4.75
14/10/2022	1	3	5	8	10	9	4	2	5.25
15/10/2022	1	3	4	8	11	8	3	2	5
16/10/2022	1	2	3	7	10	8	3	2	4.5
17/10/2022	1	2	3	8	10	7	4	2	4.625
18/10/2022	1	3	4	8	9	8	3	2	4.75
19/10/2022	1	3	5	7	10	8	4	2	5
20/10/2022	1	2	3	8	11	8	3	2	4.75
21/10/2022	1	2	4	7	11	8	3	2	4.75
22/10/2022	1	3	4	7	10	8	3	2	4.75
23/10/2022	1	3	4	8	11	8	3	2	5
24/10/2022	1	3	4	7	9	8	3	2	4.625
25/10/2022	1	2	3	8	10	8	3	2	4.625
26/10/2022	1	2	3	8	10	8	3	2	4.625
27/10/2022	1	3	4	8	11	8	3	2	5
28/10/2022	1	3	4	7	10	8	3	2	4.75
29/10/2022	1	2	4	7	10	8	3	2	4.625
30/10/2022	1	2	3	8	11	8	3	2	4.75
31/10/2022	1	2	3	7	10	8	3	2	4.5
Velocidad Prom. de Octubre		4.79							

ANEXO 9: Ficha de Observación del mes de Noviembre 2022

FICHA DE OBSERVACION-4									
Título de investigación	Dimensionamiento de un Sistema de Energía Eólica para suministrar electricidad al caserío de Huacaday-Otuzco-La Libertad, 2022.								
Instrumento a utilizar:	Datos de WINDFINDER								
marca del instrumento:	WINDFINDER								
Realizado por:	Montañez Mallqui Mario Rodolfo								
Aprobado por:									
nov-22	Velocidad del viento (m/s)								
	COORDENADAS LAT:-7.9488 ; LON:-78.6494								Promedio
Hora de Medición	1H	4H	7H	10H	13H	16H	19H	22H	
01/11/2022	1	2	3	7	10	8	3	2	4.5
02/11/2022	1	2	4	7	9	8	4	2	4.625
03/11/2022	1	3	4	8	10	7	3	2	4.75
04/11/2022	1	2	3	7	11	8	4	2	4.75
05/11/2022	1	3	4	8	10	8	3	2	4.875
06/11/2022	1	3	3	7	8	7	3	2	4.25
07/11/2022	1	3	3	8	10	9	4	2	5
08/11/2022	1	3	4	7	9	8	3	2	4.625
09/11/2022	1	3	4	7	10	9	4	2	5
10/11/2022	1	2	4	7	9	8	3	2	4.5
11/11/2022	1	2	4	8	10	9	3	2	4.875
12/11/2022	1	3	4	7	9	7	4	2	4.625
13/11/2022	1	2	4	7	10	8	4	2	4.75
14/11/2022	1	3	4	7	11	9	4	2	5.125
15/11/2022	1	3	4	7	10	8	3	2	4.75
16/11/2022	1	2	3	8	9	8	3	2	4.5
17/11/2022	1	2	3	7	9	7	4	2	4.375
18/11/2022	1	3	4	7	10	8	3	2	4.75
19/11/2022	1	2	4	8	11	8	4	2	5
20/11/2022	1	2	3	7	10	8	3	2	4.5
21/11/2022	1	2	4	8	10	8	3	2	4.75
22/11/2022	1	3	4	8	10	8	3	2	4.875
23/11/2022	1	2	3	7	10	8	3	2	4.5
24/11/2022	1	3	4	8	10	8	3	2	4.875
25/11/2022	1	2	3	7	10	8	3	2	4.5
26/11/2022	1	2	3	7	10	8	3	2	4.5
27/11/2022	1	3	4	7	10	8	3	2	4.75
28/11/2022	1	3	4	8	10	8	3	2	4.875
29/11/2022	1	2	4	8	10	8	3	2	4.75
30/11/2022	1	2	3	7	10	8	3	2	4.5

Vel. Promedio de Noviembre	4.7
----------------------------	-----



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SIFUENTES INOSTROZA TEOFILO MARTIN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Dimensionamiento de un Sistema de Energía Eólica para Suministrar Electricidad al Caserío de Huacaday - Otuzco - La Libertad, 2022.", cuyo autor es MONTAÑEZ MALLQUI MARIO RODOLFO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo 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.

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

TRUJILLO, 18 de Enero del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SIFUENTES INOSTROZA TEOFILO MARTIN DNI: 17828568 ORCID: 0000-0001-8621-236X	Firmado electrónicamente por: TSIFUENTES el 18- 01-2023 21:55:28

Código documento Trilce: TRI - 0523539