



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

Diseño de sistema eólico para generación de energía eléctrica para sistema de bombeo de agua para área de riego 2,250 hectáreas en el sol de tablazo Huanchaco

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTORES:

Alvarado Jimenez, Yhans (orcid.org/0000-0003-1698-1336)

Medina Infante, Joel Pedro (orcid.org/0000-0001-7584-7511)

ASESOR:

Mg. Sánchez Huertas Carlos (orcid.org/0000-0002-6754-8017)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, Transmisión Y Distribución

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Innovación Tecnológica y Desarrollo Sostenible

TRUJILLO - PERÚ

2022

DEDICATORIA

A Dios a mis hermanos y padres por mejorar mi desarrollo personal para demostrar mi creatividad y mi mejora continua

Yhans Alvarado Jimenez

A mis profesores que me ayudaron a cumplir mi objetivo trazado, a mis parientes que se esforzaron cada día para poder salir adelante.

Joel Pedro Medina Infante

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento a mi familia porque siempre estuvieron ahí apoyándome o dándome, ánimos para poder culminar mi carrera.

Yhans Alvarado Jimenez

Un agradecimiento a Dios, a mis parientes a mis vecinos y a mis profesores que me aportaron sus conocimientos y sus deseos de salir adelante en cada intento de frustración.

Joel Medina Infante

Índice de contenido

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	ii
Índice de contenido.....	iii
Índice de ilustración.....	iv
Índice de tablas.....	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCION.....	1
II. MARCO TEORICO.....	4
III. METODOLOGIA	20
3.1 Tipo y diseño de investigación	20
3.2 Variables de operacionalización:.....	21
3.3 Población:	21
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	22
3.5 Procedimientos:	22
3.6 Método de análisis de datos:	23
3.7 Aspectos éticos:	23
IV. RESULTADOS.....	24
4.1 Calcular los parámetros para seleccionar los componentes del sistema de bombeo y accesorios.....	24
4.2 Diseño hidráulico:.....	25
4.3 Numero de Reynolds.....	26
4.4 Determinar la velocidad promedio del viento.....	29
4.5 Evaluar económicamente la instalación y operación del sistema eólico.	35
4.6 Elaborar un plan de mantenimiento.....	37
V. DISCUSION	41
VI. CONCLUSIONES	42
VII. RECOMENDACIONES	43
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	44
IX. ANEXOS.....	45

Índice de ilustración

Ilustración 1.	partes de una bomba	6
Ilustración 2.	bomba centrifuga	6
Ilustración 3.	Diagrama de Moody fluid mechanics.....	11
Ilustración 4.	Generador tipo savonius	13
Ilustración 5.	Turbina eolica vertical	13
Ilustración 6.	partes de un aerogenerador	14
Ilustración 7.	Anemómetro	16
Ilustración 8.	Veleta.....	16
Ilustración 9.	Termómetro	16
Ilustración 10.	instrumentos de recolección de datos	20
Ilustración 11.	valores de velocidad máxima	30
Ilustración 12.	Ubicación del proyecto donde se desarrollará la investigación	45
Ilustración 13.	Diseño del área de cultivo en el programa de AutoCAD	46
Ilustración 14.	Ficha técnica de la bomba seleccionada	47
Ilustración 15.	modelo y potencia	47
Ilustración 16.	Simulación en el programa eponet.....	48
Ilustración 17.	cálculo del caudal.....	48

Índice de tablas

Tabla 1.	Intervalos de valor.....	8
Tabla 2.	Intervalos Hazem.....	9
Tabla 3.	Cuadro comparativo de eje vertical y horizontal.....	14
Tabla 4.	Clases de vientos para aerogeneradores en condiciones estándar	19
Tabla 5.	Tabla de variables de operacionalización	21
Tabla 6.	instrumentos de recolección de datos	22
Tabla 7.	velocidad del viento medido.....	29
Tabla 8.	Diagrama de weibull	30
Tabla 9.	Valores del viento	30
Tabla 10.	Descripción características de la maquina	32
Tabla 11.	Descripción de parámetros de la batería.....	33
Tabla 12.	Descripcion de parámetros del regulador.....	34
Tabla 13.	Características del inversor.....	35
Tabla 14.	Costos de los componentes.....	35
Tabla 15.	Costos de la instalación de la torre y la plataforma	36
Tabla 16.	Area de recaudación de la tesorera	36
Tabla 17.	Plan de mantenimiento de estación de bombeo.....	40

Resumen

Mediante la presente tesis, presenta el problema que afecta los agricultores incluidos en la asociación cultivo de maíz chala en el Tablazo-Huanchaco

La problemática en la que se ven afectados, ya que su área de cultivo, debido a falta de planeación de Hidrandina esto ellos utilizan grupos de electrógenos cuyos suministros son el galón de GLP esto hace que sus cultivos no les genere una ganancia rentable.

Ante ello nuestra investigación trata de buscar una alternativa; en este caso una alternativa, más ecológica ya que cuentan, en dicha zona con suficiente suministro eólico ya que se comprobó en este proyecto de investigación que cuentan con suficiente capacidad de producir el viento necesario para poder alimentar el aerogenerador que permita el funcionamiento de la bomba sumergible para la zona área cultivo para poder realizar el cultivo de maíz chala

Se realizaron cálculos con la metodología del marco teórico para poder seleccionar los componentes de la instalación de suministro de energía, como también del sistema de bombeo

También se hizo un análisis económico donde pueden recuperar su inversión en 1 año y 3 meses, después del tiempo pueden ahorrar el consumo de GLP, ya que usaran el consumo del viento como fuente de alimentación.

Palabras clave: energía eólica, potencial eólico, velocidad del viento.

Abstract

Through this thesis, it presents the problem that affects the farmers included in the chala corn cultivation association in Tablazo-Huanchaco.

The problem in which they are affected, since their cultivation area, due to lack of planning of Hidrandina, they use generator sets whose supplies are the gallon of LPG, this means that their crops do not generate a profitable profit.

Given this, our research tries to find an alternative; In this case, an alternative, more ecological since they have, in said area, a sufficient wind supply, since it was verified in this research project that they have sufficient capacity to produce the necessary wind to be able to feed the wind turbine that allows the operation of the pump. submersible for the cultivation area to be able to cultivate chala corn

Calculations were made with the methodology of the theoretical framework in order to select the components of the energy supply installation, as well as the pumping system.

An economic analysis was also made where they can recover their investment in 1 years and 3 months, after the time they can save the consumption of LPG, since they will use the consumption of the wind as a power source.

Keywords: wind energy, wind potential, wind spee

I. INTRODUCCION

Cada vez es más frecuente usar energías renovables en el uso de labores ingenieriles. En nuestro país unas de las fuentes más principales es el sistema de riego en los cultivos, porque le permite al agricultor a realizar sus actividades diarias en el cultivo, una de estas zonas agrícolas es la Libertad.

El Perú posee un potencial eólico la mayor parte la zona costera uno de ellos es la zona de Huanchaco. En este caso vamos a investigar la zona del tablazo en el distrito de Huanchaco.

En esta zona costera se usa generadores de energía eléctrica que usa petróleo que perjudica económicamente a las personas.

En la actualidad para generar electricidad se hace uso de diferentes métodos y tecnología; promoviendo las energías limpias en los diferentes foros y convenciones.

El problema es que este proyecto en el sol de tablazo Huanchaco no cuentan con un suministro de energía eléctrica para desarrollar su labor agrícola más eficiente.

Actualmente el proyecto de Asociación de vivienda el sol de tablazo huanchaco tiene un área de cultivo de 2,250 hectáreas de maíz chala; como está ubicado en el distrito Huanchaco, la empresa necesita conocer las características técnicas y económicas para la determinar la factibilidad de un diseño en el sol de tablazo, para sus usuarios y para la concesionaria en dicha zona seleccionada.

Para el problema se plantea utilizar a la energía renovable para el suministro de área de riego de 2,250 hectáreas de esta manera poder

generar electricidad que permita cubrir la demanda máxima para satisfacer la necesidad de los pobladores.

No contar con el suministro afecta que haya bastante tiempo de paro sin comercializar el producto.

Para dar respuesta, se realiza la pregunta:

¿Es factible técnicamente y económicamente el diseño de generador de energía eléctrica para sistema de bombeo de agua eólico para el área de riego 2,250 en el sol de tablazo Huanchaco?

El informe de investigación se justifica en el ámbito social ya que mediante ello el riego de los terrenos se harán más rápido y mayores áreas y beneficiará a más personas y en la producción en la familia para el proyecto Asociación de vivienda el sol de tablazo huanchaco perteneciente a Huanchaco.

Mediante la justificación económica los agricultores no usaran grupos electrógenos que usan combustibles al implementarse el suministro también la cantidad de la tierra de cultivo será mayor posiblemente la economía se va implementar. Y los más beneficiados serán las familias de los agricultores.

En el ámbito ambiental anteriormente se usaban grupos electrógenos y combustibles que generan la contaminación ambiental, mediante nuestro proyecto se promueve el uso de un aerogenerador que no contaminan el medio ambiente al contrario nos protegen de la contaminación del medio ambiente.

Ahora para responder a la problemática, se planteó el siguiente objetivo general

Diseñar el sistema de bombeo eólico para el área de riego de 2250 hectáreas en el sol de tablazo Huanchaco.

A continuación, se presenta los objetivos específicos

Detallar los valores del viento en el sol de tablazo Huanchaco

Determinar y escoger el equipo para el sistema de bombeo eólico con accesorios

Estimar económicamente la instalación y operación del sistema eólico

Elaborar un plan de mantenimiento

Hipótesis

Sí es factible técnica y económicamente el diseño de sistema de bombeo eólico para el área de cultivo en el sol del tablazo en Huanchaco

II. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo describirán los antecedentes que han ayudado al desarrollo de la investigación, además de toda teoría relacionados a nuestro proyecto de investigación, se tomó los siguientes antecedentes y teorías empezando desde el ámbito nacional hasta el ámbito local.

(Adriana María Chávez LeonesK, 2020) “Determinar la correcta metodología para desarrollar los fundamentos de diseño para una turbina eólica”, concluye una metodología sobre la correcta medición del viento, usando el instrumento denominado anemómetro y anotando las mediciones cada 10 minutos a una altura de 10 metros usando un tubo de PVC.

(Daniel Simbaña Calle, 2013) “Desarrollo de características técnicas para turbina eólica el sector Mallaritos ubicado Marcavelica concluye un caudal de 10.32 m/s para el riego de cultivo de 2 hectáreas de manzano.

(Logan Pardo, 2010) “Actualización de nuevos diseños y perfiles aerodinámicos para mejora y eficiencia del recurso eléctrico”, referencia los nuevos diseños Aero dinamos de turbinas eólicas, en este caso diferencia la forma de cada turbina según la velocidad recorrida para cada proyecto.

(Depaz Hilario y Bautista Monzón, 2018) “Implementación del programa Simeltik para la zona costera de Argentina para aprovechar turbina eólica-solar”, argumentaron proyecto de investigación los equipos para dicha área de riego, entre ellos deben tener una capacidad de 110 amperios para el almacenamiento de capacidad para el mejoramiento además abarcan un incremento de potencial situado un lugar donde aproveche el máximo luz solar.

(Cupa Anselmo, 2019), “Mejoramiento de calidad energética para aplicación de turbina eólica para habitantes en la localidad de Acerillo”,

desarrollo para el proyecto para investigación un mecanismo que recolecta el caudal de 20 m³ para el mayor aprovechamiento para el riego de la localidad de Acerillo, también desarrolla la correcta de selección de accesorios para el sistema de bombeo.

(Barteu Delos, 2010), “Estimación para hallar la correcta inversión en un proyecto de turbina eólica en la región de Lambayeque”, en esta investigación resalta las normas técnicas y económicas en tener en cuenta entre ellos el más importe es el trámite de documentos para el mercado libre de la energía contando con la generación para la energía híbrida eólica – solar, en este proyecto se estima el costo total de 73,221.20 soles con un ahorro a sus propietarios de 21,121.20.

Las ecuaciones y metodología de cálculo están presentes para poder hallar diferentes incógnitas que nos surgieron para poder concluir con éxito en este proyecto.

2.1 Sistemas para bombeo

Es un sistema por el que circula una distribución de agua, que intenta aumentar la tensión del fluido para vencer la resistencia del sistema; para agregar energía a un fluido crea una velocidad de flujo y cierta fuerza a su salida. El propósito de una bomba de agua es doble, el primero es succionar agua a través de un pozo y el segundo es distribuir agua a una ubicación o necesidad específica

✓ Bombas sumergibles

Se sabe que extraen líquidos de los pozos y estos se sumergen debajo de la superficie del pozo. Su aspecto estructural se divide en una parte eléctrica, un motor eléctrico con cables especiales impermeables

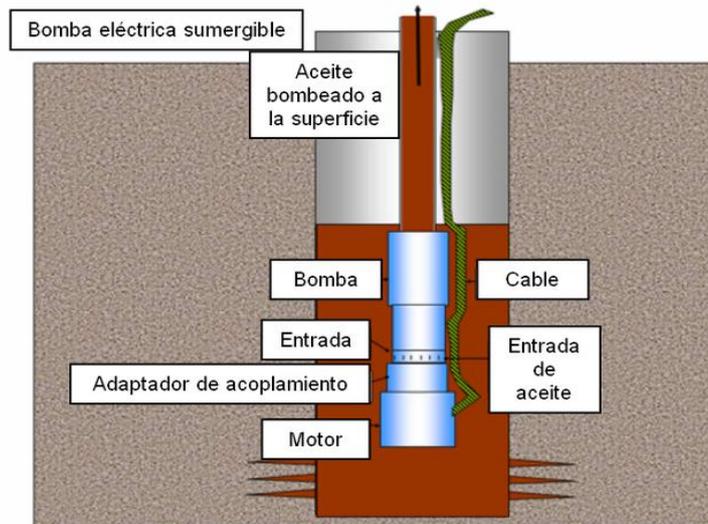


Ilustración 1 partes de una bomba

✓ **Bombas centrífugas**

Generalmente tienen carcasas de hierro fundido e impulsores de bronce.

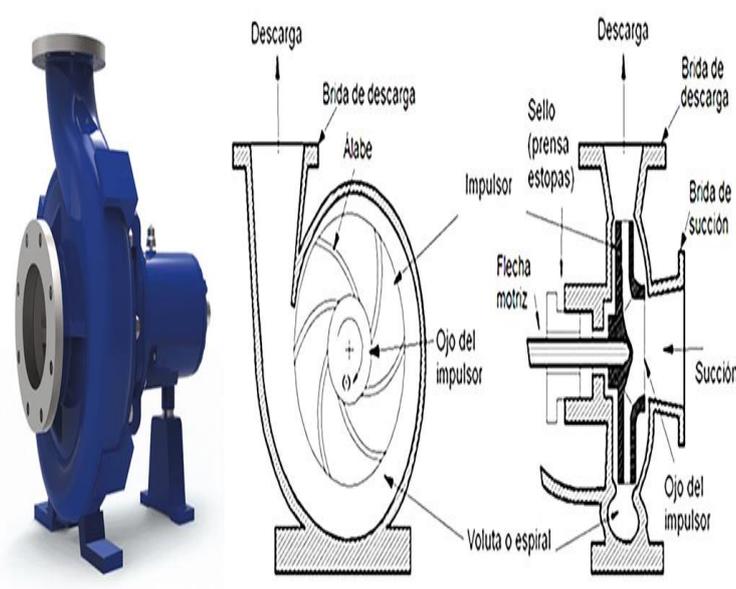


Ilustración 2 bomba centrífuga

2.1.1 Dotación

Se define como el tamaño de agua que requiere un cultivo para desarrollarse en forma positiva

Tabla 1: Dotación de agua para distintos cultivos

Cultivo	K
Alfalfa	0.85
Aguacate	0.53
Algodón	0.65
Arroz	1.05
Banano	0.90
Cacao	0.73
Café	0.75
Caña azúcar	0.85
Cítricos	0.60
Chayote	0.70
Flores*	0.70
Frijoles	0.65
Maíz	0.70
Sandía-Melón	0.70
Palma Africana	0.60
Papa	0.70
Pastos	0.80
Hortalizas**	0.70
Sorgo	0.70
Tabaco	0.75
Tomate	0.70
Uvas	0.60
Campos Deportivos	0.70
Frutales***	1.00
Cebolla	0.90
Tubérculos****	0.70

*Incluye: Ornamentales, helechos, caña india.
 **Incluye: Remolacha, culantro, apio, zanahoria, lechuga, repollo, brócoli, coliflor, rábanos, otros.
 ***Incluye: Piña, papaya, mango, carambola, maracuyá, otros frutales de cubierta verde.
 ****Incluye: yuca, tiquizque, malanga, ñampí, camote, jengibre, otros.

2.1.2 Cálculo del sistema bomba

Evaluación de caudales Se pueden referirse al valor medio en distintos periodos de tiempo: caudal diario, caudal mensual o caudal anual.

Para medir un caudal se utilizan los siguientes métodos:

2.1.3 Demanda mensual

$$Q = Q_c * hc * t \dots\dots\dots(4)$$

Donde:

Q_c : caudal de la cosecha

t: transcurso zona de riego

2.1.4 Caudal

Porción de agua que circula por ciento periodos de tiempo

$$Q = Mr * a \dots\dots\dots(5)$$

Donde:

Q: caudal

a: área de riego

Mr: módulo para riego (l/s)

Dimensionamiento del diámetro interior

$$D_i = c * N^{0.25} * \sqrt{Q} \dots\dots\dots(6)$$

Donde:

D_i: Diámetro Interior

n: periodo de tiempo de bomba

q: caudal (m³/s)

2.1.5 Velocidad del fluido

$$v = \frac{4Q}{\pi * D^2} \dots\dots\dots (7)$$

Donde:

V: Velocidad del fluido

D: Diámetro de tubería

Q: caudal

Tabla 1 Intervalos de valor

Tipo de servicio	Rango recomendado de velocidad	
	pie/s	m/s
Líneas de succión	2 -- 4	0.6 -- 1.2
Líneas de retorno	4 -- 13	1.5 -- 4
Línea de descarga	7 -- 18	2 -- 5.5

2.1.6 Perdidas en tubería

Aplica deformación o estiramientos en el material de la tubería

$$v = \frac{3.59 * Q}{ch * S^{0.54}} \dots\dots\dots(8)$$

2.1.7 Perdida de carga en tubería

$$S = \left(\frac{Q}{0.2785 * D^{2.63} * ch} \right)^{1.85} \dots\dots\dots(9)$$

Tabla 2 Intervalos Hazem

Tipo de tubo	C_h	
	Promedio para tuberías nuevas y limpias	Valor de diseño
Acero, hierro dúctil o fundido con aplicación centrifuga de cemento o revestimiento bituminoso	150	140
Plástico, cobre, latón, vidrio	140	130
Acero, hierro fundido, sin recubrimiento	130	100
Concreto	120	100
Acero corrugado	60	60

2.1.8 Nr (número de Reynolds)

El comportamiento de un fluido, en particular en lo que se refiere a las pérdidas de energía, depende de que el flujo sea laminar o turbulento, por esta razón, se necesita un medio para predecir el tipo de flujo sin tener que observarlo en realidad. Más aún, la observación directa es imposible para los fluidos que van por los tubos opacos. Se demuestra en forma experimental y se verifica de forma analítico, que el carácter del flujo en un tubo redondo depende de cuatro variables: la densidad del fluido (ρ), su viscosidad (V), el diámetro del tubo (D) y la velocidad promedio v del flujo laminar o turbulento, si se conoce la

magnitud de un número adimensional, al que hoy se le denomina número de Reynolds (NR), la ecuación siguiente muestra la definición.

$$Nr = v \cdot D / V \dots\dots\dots (11)$$

Donde:

v : velocidad promedio del fluido (m/s)

V : viscosidad cinemática (m^2/S)

D : diámetro interior (m)

2.1.9 Diagrama de Moody

Uso del diagrama para determinar el valor más aproximado para encontrar las pérdidas en las tuberías

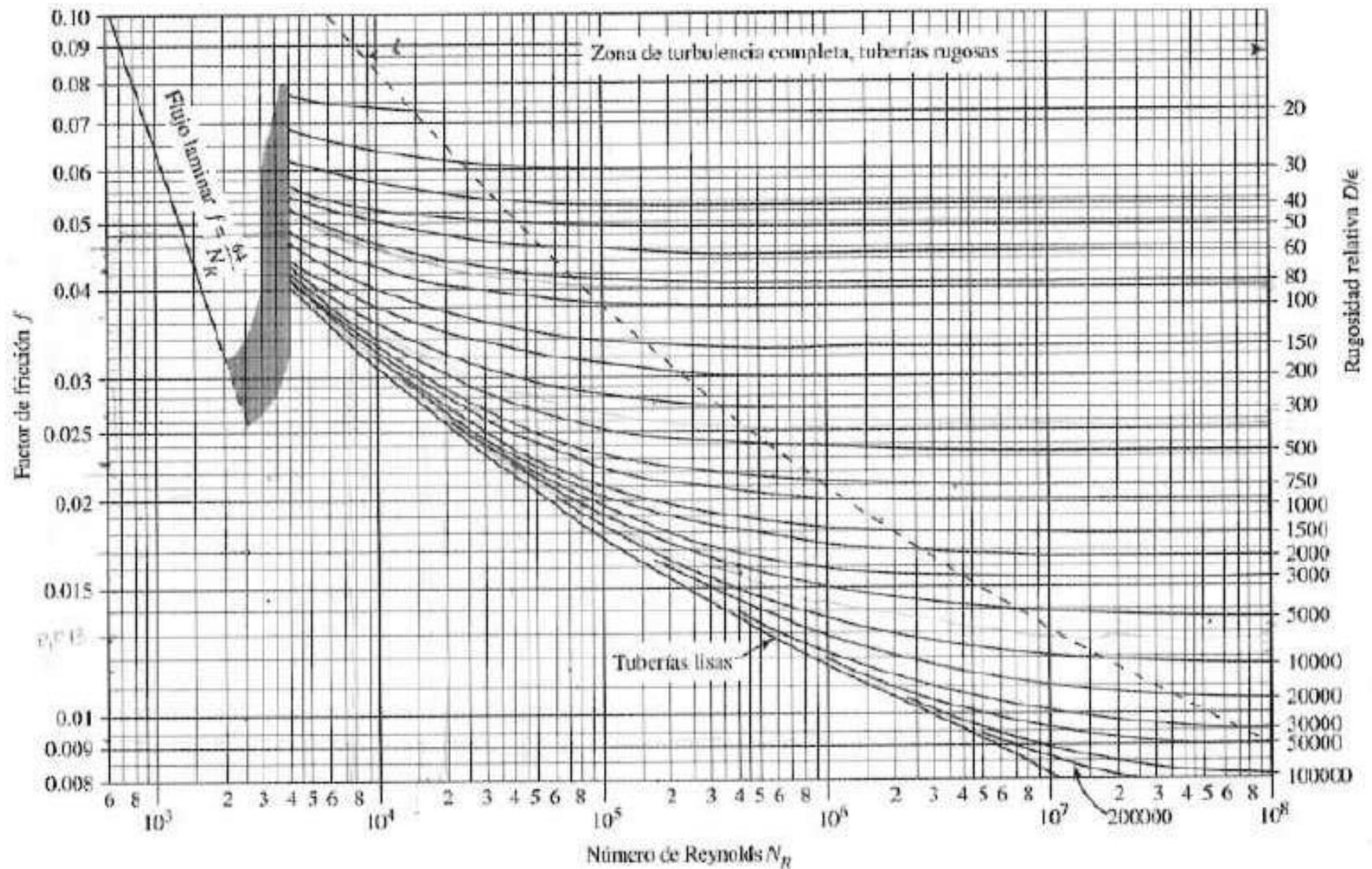


Ilustración 3 Diagrama de Moody fluid mechanics

2.1.10 Consumo de potencia de bomba

$$\frac{100 \cdot Q_b \cdot HDT}{75 \cdot n_b} \dots\dots\dots(20)$$

donde:

n_b : rendimiento (%)

Q_b : (l/s)

2.1.11 Potencia instalada

$$P_i = \frac{100 \cdot Q_b \cdot HDT}{75 \cdot n_c} \dots\dots\dots(21)$$

2.1.12 Ecuación eficiencia del sistema en conjunto bomba – motor

$$n_c = n_b \cdot n_m \dots\dots\dots(22)$$

Donde:

n_c : eficiencia de sistema en conjunto bomba y motor

n_m : eficiencia del motor (%)

Q_b : caudal de bombeo (L/s)

HDT : altura de la bomba (m)

2.2 Sistema eólico

Aerogeneradores: son aparatos usados para transformar la fuerza cinética del viento a electricidad.

El Viento cuenta con direcciones en el plano energético, lo que nos permite determinar:

- La Potencia disponible
- Cargas en el sistema para un dimensionamiento optimo, arranque parado, funcionamiento normal, dirección del viento.
- Vida útil de un sistema. comportamiento energético

Aerogenerador

Tipos de aerogenerador

❖ Aerogenerador eje vertical:

Se utiliza para cargas bajas y tiene la ventaja de trabajar a gran velocidad en diferentes direcciones. Un mecanismo control complejo y elimina la carga en las cuchillas al cambiar la

orientación del rotor. Debido a su diseño, los sistemas de conversión se pueden colocar en el suelo, evitando cargas de torre altas.

- **Rotor savonius:**

De forma semicilíndricas que absorben la energía del viento a través de una resistencia. Se utiliza en aplicaciones que requieren baja potencia, como extractores de aire y bombas de agua en grandes naves industriales o almacenes.

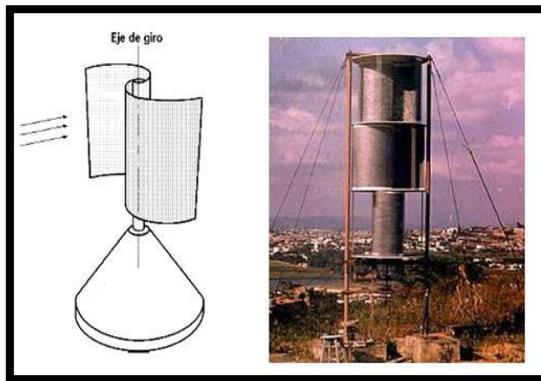


Ilustración 4 Generador tipo savonius

- **Rotor Darrieus:** Es más eficiente que el tipo Savonius, pero requiere un dispositivo para poner en movimiento las aspas

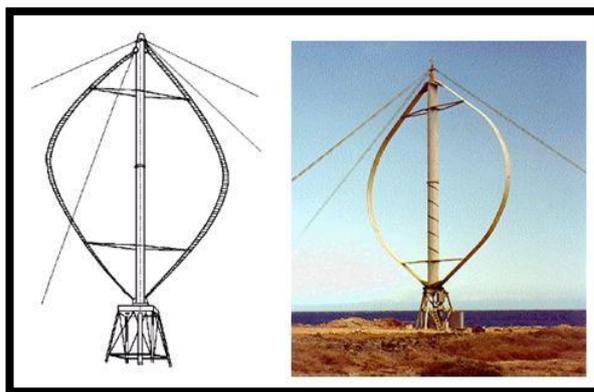


Ilustración 5 Turbina eólica vertical

❖ **Aerogenerador de eje horizontal**

Son aquellos aerogeneradores más comunes a nivel nacional, su uso es cuando se tiene menos velocidad de viento y se quiere aumentar la generación de energía

Tabla 3.cuadro comparativo de eje vertical y horizontal

Eje vertical	Eje horizontal
Funcionamiento con vientos turbulentos, ascendentes, violentas y multidireccionados	Necesidad de vientos constantes y direccionados
Bajo nivel de ruido acústico	Alto ruido de funcionamiento (efecto, hélice avión)
No requiere sistema de orientación	Utiliza sistema de orientación
Puede trabajar cerca el suelo	Necesidad de estructuras de elevación así buscar mejores velocidades del viento
Segura para la avifauna	Peligrosa para las aves
Auto frenado aerodinámico: trabaja con vientos elevados	Necesidad ser frenadas con vientos elevados

Fuente propia

❖ **Partes del sistema eólico**

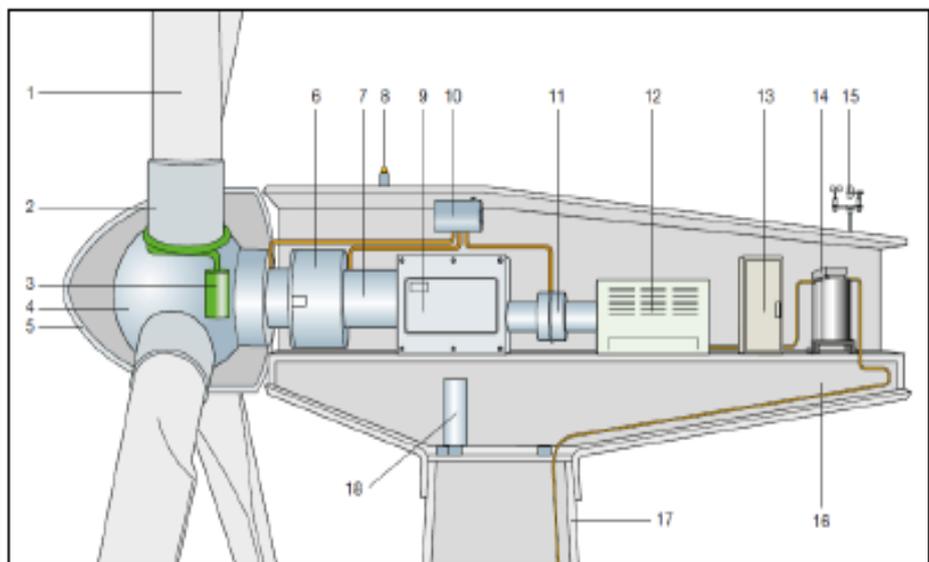


Ilustración 6 partes de un aerogenerador

a. Rotor

Convierte la energía mecánica a energía cinética a través de la góndola

b. Góndola

Está conectado a una torre con corona para asegurar la orientación del rotor eólico, el rotor y las palas transmiten el viento a través del eje principal al multiplicador y al motor.

c. Generador

Es un dispositivo eléctrico simple que tiene la ventaja de poder cargar la batería y generar energía incluso a bajas revoluciones sin usar un sistema especial. En general, los generadores más utilizados en pequeños aerogeneradores.

d. Multiplicador

Convierte el movimiento giratorio del rotor a 18-50 rpm en una rotación del generador de aproximadamente 1750 rpm.

e. Soporte

En el caso de una gran turbina eólica, la torre de acero tubular generalmente está hecha de sección transversal de 20-30 m. Las bridas en ambos extremos están hechas con tornillos de alta presión.

❖ **Fundamentos aerodinámicos**

Para clasificar las velocidades, primero, se utilizan anemómetros en el sitio de inspección para medir las velocidades a intervalos de tiempo regulares, la extrapolación da velocidades del viento producidas altitudes superiores a la altitud a la que opera el generador de viento.

❖ **Instrumentos de medición**

Los instrumentos de medidas más necesarios son:

- ✓ Anemómetros:
son para mediciones del viento



Ilustración 7 Anemómetro

- ✓ Veletas: Nos indican la dirección del viento



Ilustración 8 Veleta

- ✓ Termómetros: permiten medir la temperatura del ambiente



Ilustración 9 Termómetro

2.2.1 Cálculo de la potencia eólica

Primeramente, dimensionamos el diámetro del rotor para el aerogenerador, en el cual la más viable es de 4.91 metros ya que es una medida comercial de rotores según la fábrica de aerogeneradores "ALFASOLAR". Entonces:

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

Donde:

A: área barrida del rotor (m^2)

D: diámetro del rotor (m)

Reemplazando

$$P_{eolic} = \frac{1}{2} \rho A v^3 \dots\dots\dots(23)$$

Donde:

P_{eolic} : potencia eólica (W)

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

Área: área (m^2)

v: velocidad ($\frac{m}{s}$)

2.2.2 Cálculo de la potencia mecánica del rotor

$$P_{mec\ rot} = C_p(p_{eolica}) \dots\dots\dots(24)$$

Donde:

$P_{mec\ rot}$: potencia mecánica del rotor

C_p : coeficiente de potencia 0.59 (para generación de energía eléctrica)

p_{eolica} : potencia eólica (w)

2.2.3 Cálculo de la potencia eléctrica

$$P_{elec} = P_{mec.rot} * R_{sm} \dots\dots\dots(25)$$

Donde:

P_{elec} : potencia eléctrica (w)

$P_{mec.rot}$: potencia mecánica del rotor

R_{sm} : rendimiento del sistema mecánico 0.95

2.2.4 Cálculo de la energía del aerogenerador

$$E_A = P_{elec} * H_t * R_{se} \dots\dots\dots (26)$$

Entonces la producción de energía anual estimada por la turbina (PEEA) es:

$$PEEA = 8.2 * 365 \equiv 2993 \text{ kwh/año}$$

$$\frac{PEEA}{CEA} > 1$$

$$\frac{2993}{2540.1} > 1$$

$$1.17 > 1$$

Donde:

P_{elec} : potencia eléctrica (W)

H_t : hora de trabajo (horas)

R_{se} : rendimiento del sistema eléctrico 0.95

PEEA: producción de energía anual estimada en la turbina $\left(\frac{\text{kwh}}{\text{año}}\right)$

CEA: energía consumida anual estimada por la bomba $\left(\frac{\text{kwh}}{\text{año}}\right)$

2.2.5 Determinar la reserva eléctrica y numero inversores en aerogenerador

Baterías

Cualquier batería está hecha de un número de células conectadas en serie, por lo que su voltaje suma un valor estándar, como 12 voltios y 24 voltios, según la fábrica Solostocks, las baterías no deben superar el 70% de su capacidad nominal.

2.2.6 Cálculo de Capacidad total de las baterías

$$C_t = \frac{C_B * 1.2 * n^\circ}{v * pd} \dots\dots\dots(27)$$

Donde:

C_t : capacidad total de las baterías ($\frac{wh}{dia}$)

C_B : capacidad de batería

n° : número de días de autonomía de la batería = 2(reserva)

v : voltaje de la batería (voltios)

1.2: margen de seguridad de carga

Pd : profundidad de descarga máxima diaria de la batería 20%

2.2.7 Numero de baterías

$$n^\circ = \frac{C_t}{C_B} \dots\dots\dots(28)$$

ct : almacenamiento parcial de batería

cb : almacenamiento de batería

Clases de viento para el aerogenerador en condiciones estándar

Existe 3 clases de vientos alto medio y bajo

Tabla 4 clases de vientos para aerogeneradores en condiciones estándar

Clases de vientos de los aerogeneradores	IEC I viento alto	IEC II viento medio	IEC III viento bajo
Velocidad anual promedio	10m/s	8.5m/s	7.5m/s
Velocidad de ráfagas extremas que ocurren una vez cada 50 años	70m/s	59.5m/s	52.5m/s
Clases de turbulencia	A 18%	A 18%	A 18%
	B 16%	B 16%	B 16%

Salida Eléctrica de Aerogenerador

Generalmente los aerogeneradores brindan una ficha técnica de sus productos en las siguientes curvas características:

- ✓ Potencia – velocidad de viento
- ✓ Salida de energía mensual o anual – velocidad promedio de viento

Cada valor de salida de energía se halla multiplicando la potencia por el número de horas al día para cada velocidad de viento. Esto se resume en la siguiente expresión:

Otra manera de clasificar estas turbinas de viento es de acuerdo a la posición de su eje de rotación. Éste puede estar paralelo al suelo (Turbinas de eje horizontal) o perpendicular al mismo (Turbinas de eje vertical).

III. METODOLOGIA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: El proyecto de investigación que se realizara es de tipo aplicada, de diseño no experimental ya que no se manipulo variables de estudio.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En cuanto a las técnicas e instrumentos planteados, a estudiar en el presente estudio serán.

Ilustración 10 instrumentos de recolección de datos

TECNICA	INSTRUMENTO	VALIDACION
Observación	Ficha de observaciones	Especialista
Análisis Documental	Ficha de investigación	Especialista
Encuesta	Cuestionario	Especialista

3.2 Variables de operacionalización:

VARIABLES

Independiente

Sistema eólico eléctrico de bombeo de agua

Dependiente

Área de riego en el sol de tablazo Huanchaco

Tabla 5 Tabla de variables de operacionalización

variable	Definición conceptual	Definición operacional	indicadores	Escala De medición
V.I Sistema eólico Eléctrico De bombeo de agua	Aerogenerador acoplado a electrobomba para transvase de líquidos, el cual permitirá el mejoramiento del sistema de bombeo de agua con sistemas convencionales de combustible fósil.	El sistema eólico eléctrico será accionado por el recurso eólico el cual convierte la energía mecánica en energía eléctrica, para accionar una electrobomba de agua.	Demanda energética requerida por la bomba	Numérica
V.D Riego en El sol de tablazo Huanchaco	Permite practicar la agricultura y diversifica las cosechas, así como también contribuye al incremento de los ingresos económicos de los agricultores.	La necesidad de agua de la parcela estará cubierta por la electrobomba accionada con el aerogenerador.	Demanda de agua del cultivo existente en el tablazo Huanchaco	numérica

3.3 Población:

Población

Área de riego en la zona de tablazo en Huanchaco

Muestra

Parque eólico en el norte del país

Muestreo

No proba listico e intencionado.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

En este proyecto de investigación se va a evaluar y determinar los valores respectivos del sistema de bombeo eólico para riego.

Tabla 6 instrumentos de recolección de datos

Técnica	Instrumento	Objeto	Objetivo
observación	Hoja de datos	Operación de motobomba	Determinación especificaciones de operación, tiempo de operación, capacidad de los equipos
entrevista	Hoja de preguntas	Proceso de operación motobomba	Determinar el problema de operación y mantenimiento, de costos, opción modelo del aerogenerador
medición	Manómetro	Motobomba de potencia 3.15 Hp	Determinar la presión efectiva de bombeo, que se debe respetar en el cambio de bares
medición	anemómetro	Datos recolectados según las alturas tomadas	para medir la velocidad del viento y así participar en la predicción del tiempo.

3.5 Procedimientos:

Mediante la presentación del presente tema de investigación se plantea el diseño de sistema de bombeo eólico para irrigar 2250 hectáreas en el sol de tablazo Huanchaco.

3.6 Método de análisis de datos:

En este proyecto de investigación se resumió datos de información referente al tema de investigación, se utilizó el instrumento en el momento de medir los valores en el Tablazo, a diferentes alturas y en varios días y luego compararlos con los valores en el sitio web otorgado por la nasa.

3.7 Aspectos éticos:

Este trabajo de investigación es previamente referenciado ya que se utilizó trabajos y documentos existentes, esto se realizó respetando el derecho del autor y la propiedad, según las normas establecidas por la universidad cesar vallejo.

IV. RESULTADOS

4.1 Calcular los parámetros para seleccionar los componentes del sistema de bombeo y accesorios.

4.1.1 Cálculo del módulo de riego y caudal de riego:

$$E_{to} = \left(\frac{2,120 - 0.29 * h}{360} \right) \text{ (mm)}$$

Donde:

El tablazo que está ubicado en Huanchaco es 43 metros

H: 43m.

$$E_{to} = \left(\frac{2,120 - 0.29 * (43)}{360} \right)$$

$$E_{to} = 3.39 \text{ mm}$$

4.1.2 Dotación:

$$U_c = 0.7 * 3.39 \text{ mm}$$

$$U_c = 2.373 \text{ mm}$$

4.1.3 Módulo de riego:

$$M_r = \left(\frac{U_c}{E_f} \right) * 0.116$$

$$M_r = \left(\frac{2.373}{0.6} \right) * 0.116$$

$$M_r = 0.55 \text{ lps /ha}$$

4.1.4 Caudal:

$$Q = (0.55 \text{ lt/Ha}) * (2.89 \text{ Ha})$$

$$Q = 1.59 \text{ lt}$$

$$Q=1.59*10^{-3}m^3/s$$

4.2 Diseño hidráulico:

4.2.1 Diámetro de tubería succión

$$D = 0.58733xN0.25x\sqrt{Q}$$

$$D = 0.0416m = 1.8pulg$$

Diámetro asumido y/o seleccionado =2 pulg.

4.2.2 Cálculo de la velocidad de fluido en tubería succión

$$V_s = \frac{4*1.59*10^{-3}/s}{\pi*(0.0508m)^2}$$

$$v_s = 0.78m/s$$

Esta dentro de los márgenes

4.2.3 Velocidad de fluido en tubería de descarga

$$D= 25.4mm=0.0254m$$

$$v_D = \frac{4*1.59*10^{-3} m^3/s}{\pi*(0.0254m)^2}$$

$$v_D = 3.14 m/s$$

4.2.4 Perdida de carga en la tubería de succión

$$S_s = \left(\frac{1.59*10^{-3}}{0.2785*0.0508^{2.63}*ch} \right)^{1.85}$$

$$S_s = 0.0178mm/m$$

$$H_s = 60*0.0178 = 1.068$$

4.2.5 Longitud tubería

$$L_D = 70m$$

$$S = \left(\frac{Q}{0.2785 * D^{2.63} * Ch} \right)^{1.85}$$

$$S_S = 0.000006 \text{ mm/m}$$

$$H_D = 70 * 0.00006 = 4.2 * 10^{-3}$$

4.2.6 Perdida de energía en la tubería total

$$H_L = 1.68 + 4.2 * 10^{-3}$$

$$H_L = 1.68$$

4.3 Numero de Reynolds

$$N_{RS} = \frac{0.78m/s * 0.05m}{8.03 * 10^{-7} m^2/s}$$

$$N_{RS} = 0.4 * 10^5$$

$$\epsilon = 4.6 * 10^{-5} m$$

$$\frac{D_S}{\epsilon} = \frac{0.0508m}{4.6 * 10^{-5}} = 1141.30$$

$$f_{rs} = 0.02$$

a) Numero de Reynolds en línea de descarga

$$N_{RD} = \frac{3.14m/s * 0.0254m}{8.03 * 10^{-7} m^2/s}$$

$$N_{RD} = 94739.72 = 9.4 * 10^5$$

:

$$\epsilon = 4.6 * 10^{-5} m$$

$$\frac{D}{\epsilon} = \frac{0.0245m}{4.6 * 10^{-5}} = 578.26$$

$$f_D = 0.023$$

4.3.1 Perdidas primarias de la línea de succión

$$H_{FS} = \frac{0.02 * 70m * (0.78m/s)^2}{2 * (9.81m/s^2) * 0.05m}$$

$$H_{FS} = 0.09\text{m}$$

4.3.2 Perdidas primarias en línea de descarga

$$H_{FD} = \frac{0.023 \cdot 60\text{m} \cdot (3.14\text{m/s})^2}{2 \cdot (9.81\text{m/s}^2) \cdot 0.0254\text{m}}$$

$$H_{FD} = 2.054\text{m}$$

4.3.3 Perdidas primarias totales

$$H_F = H_{FS} + H_{FD}$$

$$H_F = 0.09\text{m} + 2.054\text{m}$$

$$H_F = 2.144\text{m}$$

4.3.4 Perdidas secundarias

a. Línea de succión

$$h_1 = \text{entrada} = k \cdot v_s^2 / 2 \cdot g = 1 \cdot (v_s^2 / 2 \cdot g)$$

$$h_2 = \text{codo} = f_{rs} \cdot (30) \cdot (v_s^2 / 2 \cdot g)$$

$$h_3 = \text{accesorio tipo válvula}$$

$$= f_{rs}(l/d) \cdot (v_s^2 / 2 \cdot g)$$

b. Línea de descarga

$$M = \frac{(0.78\text{m/s})^2}{2 \cdot \frac{9.81\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$M = 0.027\text{m}$$

Se toma una variable N: $N = V_D^2 / 2 \cdot g$

$$N = \frac{(3.14\text{m/s})^2}{2 \cdot 9.81\text{m/s}^2}$$

$$N = 0.42\text{m}$$

$$h_f = M \cdot 30 f_{rs} M + 420 f_{rs} M + 420 f_{rD} N + 35 f_{rD} N + 60 f_{rD} N + 60 f_{rD} N + 20 f_{rD} N$$

$$h_f = M * (1 + 30f_{rs} + 420f_{rs} + 420f_{rD} + 35f_{rD} + 60f_{rD} + 60f_{rD} + 20f_{rD})$$

Reemplazamos los valores de M.N y valores

$f_{rs}=0.02$ y $f_{rD} 0.023$, se obtiene.

$$h_f = 0.027m * (1 + 450 * 0.02) + 0.42m * (595 * (0.023))$$

$$h_f = 6.0177m$$

Ahora:

$$H = 2.144m + 6.0177m = 8.16m$$

✚ Pérdidas totales

$$H'_{perdida T} = H_L = H = 1.68m + 8.16m$$

$$H'_{perdida T} = 9.84m$$

Altura dinámica de la bomba

$$H_{bomba} = 62.14 m + 9.84m$$

$$HDT = 71.98m$$

4.3.5 Potencia de la bomba

4.3.5.1 Potencia de consumo

$$P_c = \frac{100 * (1.59lt/s) * 71.98m}{75 * 70}$$

$$P_c = 2.63HP$$

$$P_c = 1.93KW$$

4.3.5.2 Potencia instalada

$$n_c = 70\% * 83\%$$

$$n_c = 58.10\%$$

$$pi = \frac{100 * 1.59l/S * 86.48}{75 * 58.1}$$

$$P_c = 3.15\text{HP}$$

$$P_c = 2.31\text{Kw}$$

4.4 Determinar la velocidad promedio del viento

Se tomaron medidas de los valores del viento a dos alturas diferentes de 3 metros y de 12 metros; el promedio de viento de la primera altura es de 10 m/s y de la segunda altura es de 13.4 m/s. Cuadro 5 Valores del viento

Tabla 7 velocidad del viento medido

TIEMPO	VALOR DEL VIENTO A 3 m	VALOR DEL VIENTO A 12m
8:30	9.3	12.11
9:30	9.3	11.3
10:30	9.5	11.6
11:30	10.5	13.3
12:30	11.2	13.6
13:30	12.2	18.3
14:30	13.2	18.9
15:30	12.3	18.7
16:30	11.6	18.5
17:30	11.8	18.0
18:30	10.3	16.6
19:30	10.8	17.4
20:30	13.2	16.3
21:30	14.3	17.2

Fuente propia

Se demuestra que ha a 12 metros el valor del viento es mayor

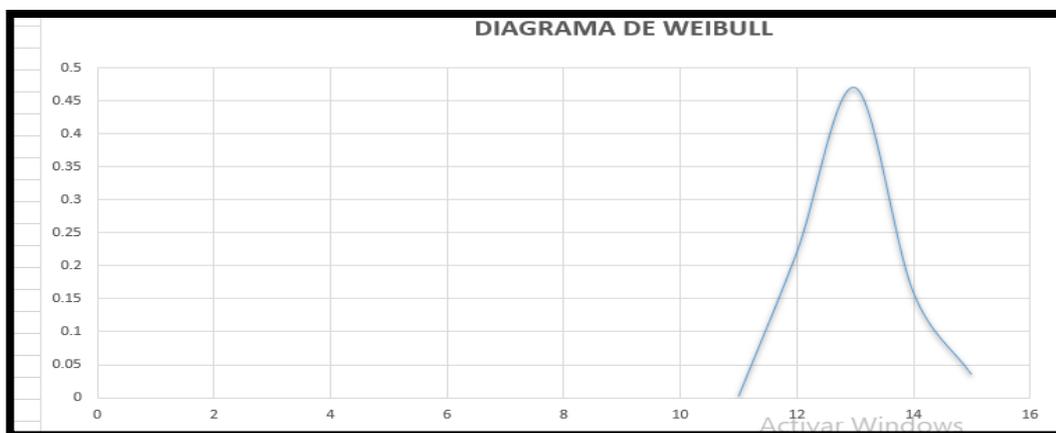
Con la recopilación de información del marco teórico se detalla que hay una relación mayor altura mayor generación de energía.

Ilustración 11 valores de velocidad máxima

```
*POWER_Point_Climatology_008d06785_079d1124W_LST: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
-BEGIN HEADER-
NASA/POWER CERES/MERRA2 Native Resolution Climatology Climatologies
20-year Meteorological and Solar Monthly & Annual Climatologies (January 2001 - December 2020)
Location: Latitude -8.0678 Longitude -79.1124
Elevation from MERRA-2: Average for 0.5 x 0.625 degree lat/lon region = 147.69 meters
The value for missing source data that cannot be computed or is outside of the sources availability
Parameter(s):
WS10M_MAX MERRA-2 Wind Speed at 10 Meters Maximum (m/s)
WS50M_MAX MERRA-2 Wind Speed at 50 Meters Maximum (m/s)
-END HEADER-
PARAMETER JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
WS10M_MAX 14.44 15.10 12.42 13.08 12.76 13.81 12.70 11.41 12.85 13.77 12.48 12.11
WS50M_MAX 15.81 16.43 10.90 13.90 13.49 14.20 14.17 15.71 15.28 14.34 16.20 14.80 14.28
```

Fuente Nasaorg.com

Tabla 8 Diagrama de weibull



Fuente Propia

Tabla 9 Valores del viento

intervalos de velocidades	cantidades de velocidades	velocidad promedio de los intervalos	porcentaje de las velocidades
11 – 12 m/s	1	3.4	29.41%
12– 13 m/s	4	6.56	41.18%
14 –15 m/s	3	4.81	29.41%

Fuente propia

- a) Periodo de trabajo del aerogenerador 15 h
- b) Ciclos 11 –12 m/s, 12– 13 m/s, 13 – 14 m/s.
- c) $\frac{\text{cantidad de velocidades} * 100\%}{\text{horas de trabajo aerogenerador}}$

$$V_p = 12 * 0.2941 + 13 * 0.4118 + 14 * 0.2941$$

$$V_p = 13 \text{ m/s}$$

4.4.1 Cálculo de la potencia eólica

El diámetro para el rotor 4.91 m

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$A = \pi * (4.91/4)^2 = 13.20 \text{ m}^2$$

Reemplazando

$$P_{eolic} = \frac{1}{2} \rho A v^3$$

$$P_{eolic} = \frac{1}{2} * 1.164 * 13.20 * 13^3$$

$$P_{eolic} = 16.878 \text{ kW}$$

Para el diseño de la turbina eólica, se tendrá en cuenta los siguientes datos:

- Potencia eólica $\rightarrow P = 10000 \text{ w}$
- Ubicación \rightarrow Costa
- Perfiles \rightarrow NACA – 4412, 4418 y 4421

En este caso usaremos perfil NACA 4412 ya que es el más comercial en Sudamérica. Según la revista científica NEXUS que recomienda este tipo de perfil en costas y para el área de riego.

Tabla 10.Descripción características de la maquina

Características	Datos
Serie	WEQW-1923-22-EE
Potencia nominal	16 KW
Voltaje nominal	48 V _{cc}
Diámetro del aspa	4.1 m
Velocidad del viento inicial	5.0 m/s
Velocidad del viento Nominal	12 m/s
Velocidad del Viento Máxima	25 m/s
Velocidad de rotación nominal	500RPM
Velocidad máxima rotacional	550RPM
Numero de cuchillas	3
Longitud de las hojas	2.02 m
Material de la cuchilla	FRP
Generador	Generador de fases PM
Sistema de frenado	Sistema de control electromagnético
Tipo	Rotor a favor del viento
Orientación	Eléctrica
Control de guiñada	pasivo
Peso total	120 kg
Altura de la torre	12 m

Fuente: Revista Alfa solar

4.4.2 Cálculo de la potencia mecánica del rotor

$$P_{mec\ rot} = C_p(p_{eolica})$$

$$P_{mec\ rot} = 0.59(16878.23)$$

$$P_{mec\ rot} = 536.53$$

4.4.3 Cálculo de la potencia eléctrica

$$P_{elec} = P_{mec.rot} * R_{sm}$$

$$P_{elec} = 9958.1557 * 0.95$$

$$P_{elec} = 9460.25\ W$$

4.4.4 Cálculo de la energía del aerogenerador

$$E_A = P_{elec} * H_t * R_{se}$$

$$E_A = 9460.25 * 12 * 0.95$$

$$E_A = 107846.85 \text{wh} \equiv 107 \text{kwh/día}$$

$$E_A = 107 \text{kwh}$$

$$PEEA = 107 * 365 \equiv 2343$$

$$\frac{PEEA}{CEA} > 1$$

$$\frac{2993}{2540.1} > 1$$

$$1.17 > 1$$

4.4.5 Capacidad total de las baterías:

$$C_t = \frac{5800 * 1.2 * 2}{48 * 0.2}$$

$$C_t = 1450 \text{Ah}$$

4.4.6 Numero de baterías:

$$n^\circ = \frac{1450}{120}$$

$$n^\circ = 12.08 \equiv 12 \text{baterias}$$

Tabla 11. Descripción de parámetros de la batería

características	AGM power 120
voltaje (v)	12
número de células	6
dimensiones (mm)	330x173x217
peso (kg)	28.5
capacidad en c100 (a)	120
capacidad en c10 (a)	100
método de carga (77°C)	
uso cíclico (v)	14.4-15.0
corriente inicial (a)	25
temperatura de compensación (mv/°C)	-30
uso flotación (v)	13.6-13.8
Temperatura de compensación (mv/° c)	-20

Fuente: Revista solo stocks pág. 2

4.4.7 Numero de reguladores

$$N_{Reg} = \frac{70}{62.8}$$

$$N_{Reg}=1.11 \equiv 1 \text{ regulador}$$

Corriente del regulador

$$I_{NA} = \frac{2416}{48} = 50.3 \text{ Amperios}$$

Tabla 12.Descripcion de parámetros del regulador

Características	Datos
Modelo del producto	SK7048D
voltaje	48V
Voltaje de entrada de energía Solar o eólica	≤100V
Corriente eléctrica de carga	70A
Voltaje desconectado de sobretensión	64V
Perdida de no carga	≤13mA
Caída de voltaje del circuito de carga	≤0.3V
Caída de voltaje del circuito de descarga	≤0.16V
Voltaje de carga absorbida	14.4V
Voltaje de carga igualado	14.6V
Duración de carga de absorbido	2 horas
Diámetro de alambre de instalación	≥25mm ²
Temperatura de almacenamiento	-30 – 80°C
Peso total (Kg)	1.33Kg
Dimensiones	220x153x77mm

4.4.8 Numero de inversores

a) Potencia del inversor

Potencia de la bomba (W): 520w

$$P_{inv} = P_B * 1.5$$

$$P_{inv}=520*1.5 \equiv 780W$$

b) Numero de inversores

$$N_{inv}=P_B * P_{inv}$$

$$N_{inv}=780/1650$$

$$N_{inv}= 0.47$$

Por lo tanto, se seleccionó un inversor con una potencia de salida de 2000W, una tensión de entrada de 48Vcd y tensión de salida 220ca.

*Tabla 13.*características del inversor

Características	Datos
Modelo	SUN20000L-2KTL
Potencia de salida	2000W
Potencia de entrada	3000Wp
Potencia aparente máximo	2200VA
Tensión de entrada	48Vcd
Eficiencia	97%
Tensión de salida	220Vca-230Vca
Peso	7.07Kg
Dimensiones	468x262x105mm
Salidas	2

Fuente: Revista Hose

4.5 Evaluar económicamente la instalación y operación del sistema eólico.

La inversión se realiza para el sistema de riego es el siguiente:

Tabla 14.Costos de los componentes

N°	Descripción	Cantidad	costo unitario	costo total (s o l e s)
1	Aerogenerador TK-INCL1500 NEO	1	5166.21	5166.21
2	estructura soporte del aerogenerador	1	168.46	168.40
3	batería 70 Ah	12	90.50	1.086
4	bomba sumergible PEDROLLO 3 HP	1	443.15	443.15
5	tubos PVC $\frac{3}{4}$	42	24.121	1013
6	tubos PVC $\frac{1}{2}$	30	12	360
7	válvulas de globo $\frac{3}{4}$	4	1.20	4.80
8	codo de $\frac{3}{4}$	8	4.2	33.6
9	te pvc $\frac{3}{4}$	30	3,5	105
10	teflón $\frac{3}{4}$	5	3	15
11	tanque TANK-BURG 1200L	1	670	670
	COSTO TOTAL			9065.16

Fuente: Elaboración propia.

4.5.1 Material requerido para la instalación de la torre y la plataforma dealmacenamiento de agua.

Tabla 15. Costos de la instalación de la torre y la plataforma

N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL (soles)
1	cemento 50 kg= 1 bolsa	16	28.00	448
2	piedra 1 cubo	1	22.40	22.40
3	arena corriente 1cubo	5	8.30	41.5
4	fierro corrugado 3/8	22	10.50	231
5	fierro corrugado ¼	15	8.50	127.5
6	alambre de amarre 1Kg	70	2.20	154
			Costo Total	1.024.440

Fuente: Elaboración propia.

4.5.2 Tiempo para recuperar el capital

El periodo de inversión se utilizó los flujos de efectivo que nos dieron a conocer el área de tesorería de la asociación de cultivo de maíz Chala en el tablazo Huanchaco

Tabla 16. Area de recaudación de la tesorerera

Mes	Flujo	Acumulado
0	-10089.6	
1	1100	1100
2	1400	2500
3	2200	4700
4	2300	7000
5	2500	9500
6	1430	10930
7	1540	12470
8	1400	13870
9	1300	15170

Fuente Propia

Hallamos el periodo de inversión se utilizó la siguiente

$$PR= 6+((10089.6-1430) /1540) = 6$$

Dando como el periodo de inversión 6 meses

4.6 Elaborar un plan de mantenimiento.

4.6.1 Plan de mantenimiento de fase de bombeo

El plan de mantenimiento para los sistemas de bombeo se puede dividir en 3 tipos: mantenimiento predictivo, mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo. Es necesario comprobar si la pintura, la elaboración y el montaje del armario de control de motores están en buen estado. Las inspecciones incluyen lo siguiente:

- Verificar el funcionamiento de los indicadores.
- Verifique que el equipo de medición muestre lecturas correctas.

Toque la puerta o el costado del gabinete y el frente de todos los interruptores e interruptores con la palma de la mano; cualquier calor detectado a mano puede indicar un problema grave y debe identificarse y corregirse.

4.6.1.1 Análisis termográfico del control del motor

incluye la inspección por rayos X infrarrojos de los controles del motor; de esta forma se codificarán con colores las diferentes temperaturas y se mostrarán piezas rotas o conectores sueltos o sueltos.

4.6.1.2 Mantenimiento predictivo a puesta tierra de la red física.

Las mediciones para los sistemas en puesta a tierra brindan un parámetro que asegura que siempre haya un valor bajo, en caso de descarga atmosférica y contacto accidental de cables vivos con el cuerpo del equipo; por lo tanto, los empleados están protegidos.

4.6.1.3 Pruebas de continuidad en la red de puesta tierra física

Se debe verificar el sistema de puesta a tierra: Continuidad entre conductores y equipos. Se recomienda una inspección anual de la red física de tierra; si la lectura es superior a 5 ohmios, se requiere tratamiento con un producto amplificador para reducir la resistencia, aumentar la "resistencia" de tierra y estabilizar la resistencia total de los electrodos

4.6.1.4 Mantenimiento del transformador preventivo

El mantenimiento realizado para prevenir de la manera más efectiva la falla del transformador se denomina mantenimiento preventivo.

El perímetro del área del transformador o subestación debe limpiarse semanalmente para eliminar hojas, polvo y productos químicos.

4.6.1.5 Mantenimiento preventivo de sustitución de prensaestopas

se mencionó anteriormente, el propósito de la junta de sellado es evitar que el líquido se filtre hacia la bomba y evitar que entre aire en la cámara de succión. Al revisarlos, asegúrese de que no haya fugas de líquido y que no entre aire en el dispositivo.

Mantenimiento preventivo de válvulas

Las válvulas son el dispositivo de protección más importante en los sistemas de escape: su uso evita fugas y/o reparaciones innecesarias causadas por roturas de tuberías en la red. Se recomienda revisar una vez por semana en busca de fugas o desviaciones de la norma. No se deben dejar las válvulas por períodos prolongados debido a la acumulación de sedimentos. Si es posible, se debe realizar un mantenimiento periódico para garantizar un funcionamiento adecuado y continuo. Reemplazo de

sellos para válvulas de seguridad y válvulas de uso general

La frecuencia de reemplazo del empaque queda a discreción del usuario según la experiencia anterior con la máquina. Se recomienda el reemplazo anual como guía

Mantenimiento correctivo al transformador

Siempre se debe evitar este tipo de mantenimiento, se le conoce como mantenimiento correctivo y tiene como objetivo eliminar fallas y errores en el transformador. Se mantiene inactivo y puede reemplazar bobinas, sellos, aceite dieléctrico, volver a energizar y reemplazar herramientas y accesorios.

4.6.1.6 Mantenimiento correctivo a motores o cambio de componentes

La eficiencia estándar para un motor que funciona más de 4000 horas al año eventualmente disminuirá en un 3 por ciento o más debido al envejecimiento y/o al reflujo. En este caso, el motor de alta eficiencia debe ser reemplazado. El motor ha estado funcionando durante más de 5 años, ha funcionado durante más de 3000 h/año, la relación de eficiencia cumple con el estándar y, por alguna razón, se quema.

Tabla 17 Plan de mantenimiento de estación de bombeo

Subsistema	Equipo	acción recomendada	Frecuencia de mantenimiento			
			diario	semanal	mensual	Anual
Eléctrico	Transformadores	Limpieza del equipo.			X	
		Reajuste de tomillería en boquillas y terminales mecánicas.			X	
		Purificado y filtrado de aceite dieléctrico,				X
		Medición y análisis de parámetros eléctricos.			X	
		Análisis fisicoquímico del aceite.				X
		Pruebas de relación de transformación (ttr).				X
		Pruebas eléctricas (megóhmetro).				X
		Análisis termográfico.				X
	motores eléctricos	Limpieza de embobinado con solvente dieléctrico.				X
		Lubricación de rodamientos.			X	
		Ajustes de tapas.				X
		Lijado y pintura de carcasa.				X
		Medición y análisis de parámetros eléctricos.				X
		Pruebas al aislamiento.				X
		Análisis termográfico.				X
Mecánico	Bombas	Lubricación de chumaceras y portachumaceras.			X	
		Cambio de chumaceras.				
		Medición y análisis de vibraciones mecánicas.				X
		Medición y análisis de presión de descarga y carga de bombeo.			X	
		Medición y análisis del caudal.			X	
		Revisión del prensaestopa.	X			
	tren de descarga	Limpieza y revisión del tren de descarga.		X		
		Cambio de empaques rotos entre el acoplamiento de bridas, válvulas, medidores y válvulas de retención sostenedoras de presiones.			X	
		Inspección del funcionamiento y calibración de los macromedidores.				X
		Inspección del equipo de cloración.	X			
		Limpieza de solenoide y válvulas de expulsión de aire.			X	
		Medición y análisis de vibraciones mecánicas.				X

Fuente propia

En nuestro proyecto incluimos las tareas de mantenimiento que están en la tabla

V. DISCUSION

El caudal para el área de cultivo está dentro del margen de la tabla 2
Para los cálculos para el sistema de bombeo, se usó la metodología de la tesis 2 del marco teórico y para validar los cálculos se usó el programa eponet.

La velocidad del fluido de descarga y de succión nos salió dentro del margen de la tabla 4.

Para la metodología de toma de datos del valor promedio del viento se utilizó la metodología de la tercera tesis del marco teórico; los valores del viento han sido comparados por la web de la nasa el cual nos salió similar.

El periodo de inversión es recuperable antes del segundo año, este es un resultado llamativo ya que en todos los documentos leídos afirma que es una herramienta económica y rentable las turbinas eólicas

VI. CONCLUSIONES

Se determinó el caudal de cultivo necesario según el tipo de cultivo, área de cultivo el cual ha sido valido por la metologia seleccionada; el cual el caudal es de 1.59 litros/ segundo.

Se seleccionó tubería de descarga de 1" y tubería de succión de 2" con una longitud de 60 m de tubería de descarga y 70 metros de tubería de succión.

Se seleccionó una bomba de 3 hp marca Pedrollo ya que por medio de sus curvas características se pudo seleccionar esta bomba.

La bomba seleccionada es de tipo sumergible ya que es la conveniente por el tipo de riego.

La velocidad promedio es de 13 m/s dato obtenido por medio del diagrama de Weibull.

La turbina eólica seleccionada es de 16.8 kW de la marca ALFASOLAR, diámetro de pala de 4.91m, perfil NACA 4412.

El periodo de recuperación de la inversión del proyecto es de 6 meses.

Es factible técnica y económico el diseño de sistema eólico para generación de energía eléctrica para sistema de bombeo de agua para el área de riego 2250m² en el sol de tablazo Huanchaco.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda recopilar información de los diversos diseños actuales de generados eólicos actuales ya que con ello se puede identificar con facilidad la capacidad de energía a generar.

Se recomienda utilizar la metodología utilizada en el presente proyecto de investigación ya que es la más práctica y más utilizada para la recolección de datos.

El uso del programa eponet 2.0 es para la verificación de los resultados matemáticos, es beneficioso para los usos de hidráulica ya que nos permita detectar fácilmente el caudal y la demanda hídrica.

El cálculo de los diferentes datos como: caudal, longitud de tuberías, diámetro de tuberías; se usó un modelo matemático recomendable para todos los estudiantes de ingeniería para poder trazar y analizar los diferentes resultados.

La metodología de recolección de datos se recomienda utilizar instrumentos de utilización y compararlos con revistas científicas.

Para hallar el caudal se recomienda conocer el tipo de cultivo, el área de cultivo y las dimensiones del pozo.

Se recomienda utilizar el diagrama de Weibull para demostrar el dato de la velocidad del viento ya que con ello se puede obtener la ecuación característica de las turbinas eólicas.

Se recomienda desarrollar un plan de mantenimiento predictivo, ya que las partes del aerogenerador son de un costo elevado.

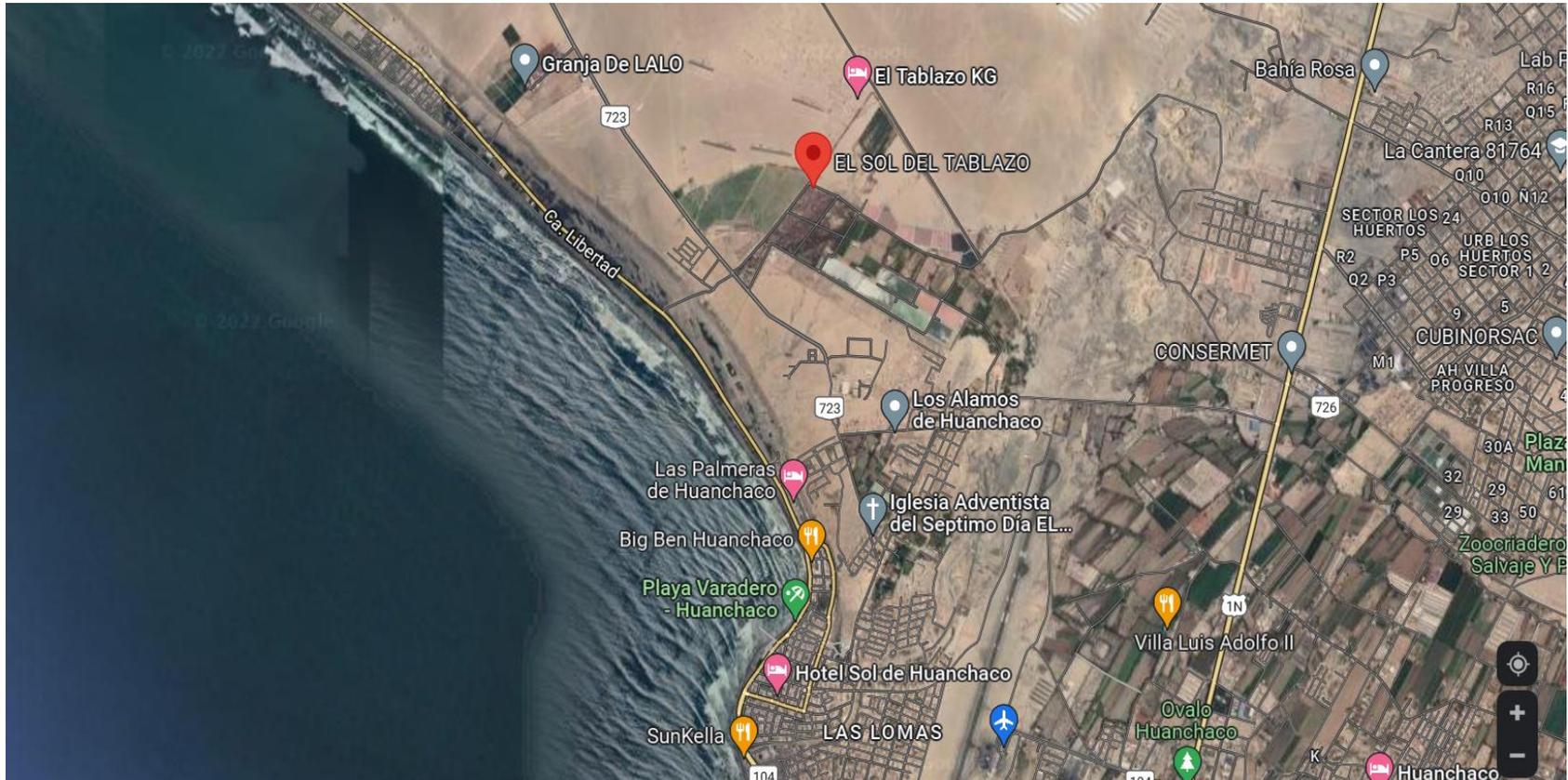
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ❖ (Adriana María Chávez Leones, 2011) tesis titulada “Estudio de factibilidad para la generación de energía eólica del sector puerto alto en el cantón bolívar”
- ❖ (Daniel Simbaña Calle, 2013) tesis titulada “Diseño de un sistema de bombeo para el sector Mallaritos en el distrito de Marcavelica”
- ❖ (Medina Noguérón, 2011) tesis titulada “Diseño Aerodinámico de las Palas de una Turbina de viento de eje horizontal como fuente de energía altera”
- ❖ (Andrade Naccha y Quispe Conde, 2016) trabajo denominado “Diseño y selección de un sistema eólico solar para la generación de energía eléctrica que mejore el sistema de bombeo de agua con fines de riego en el Centro poblado de Chinumani- Yunguyo, 2016”
- ❖ Asimismo, (Sandoval Chero, 2018), en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Chiclayo, presentó un estudio de investigación denominado “Diseño de una aerobomba para riego tecnificado, con energía eólica para el sembrío de papaya en la localidad de Acerillo – Bagua – Amazonas”

IX. REFERENCIAS ANEXOS

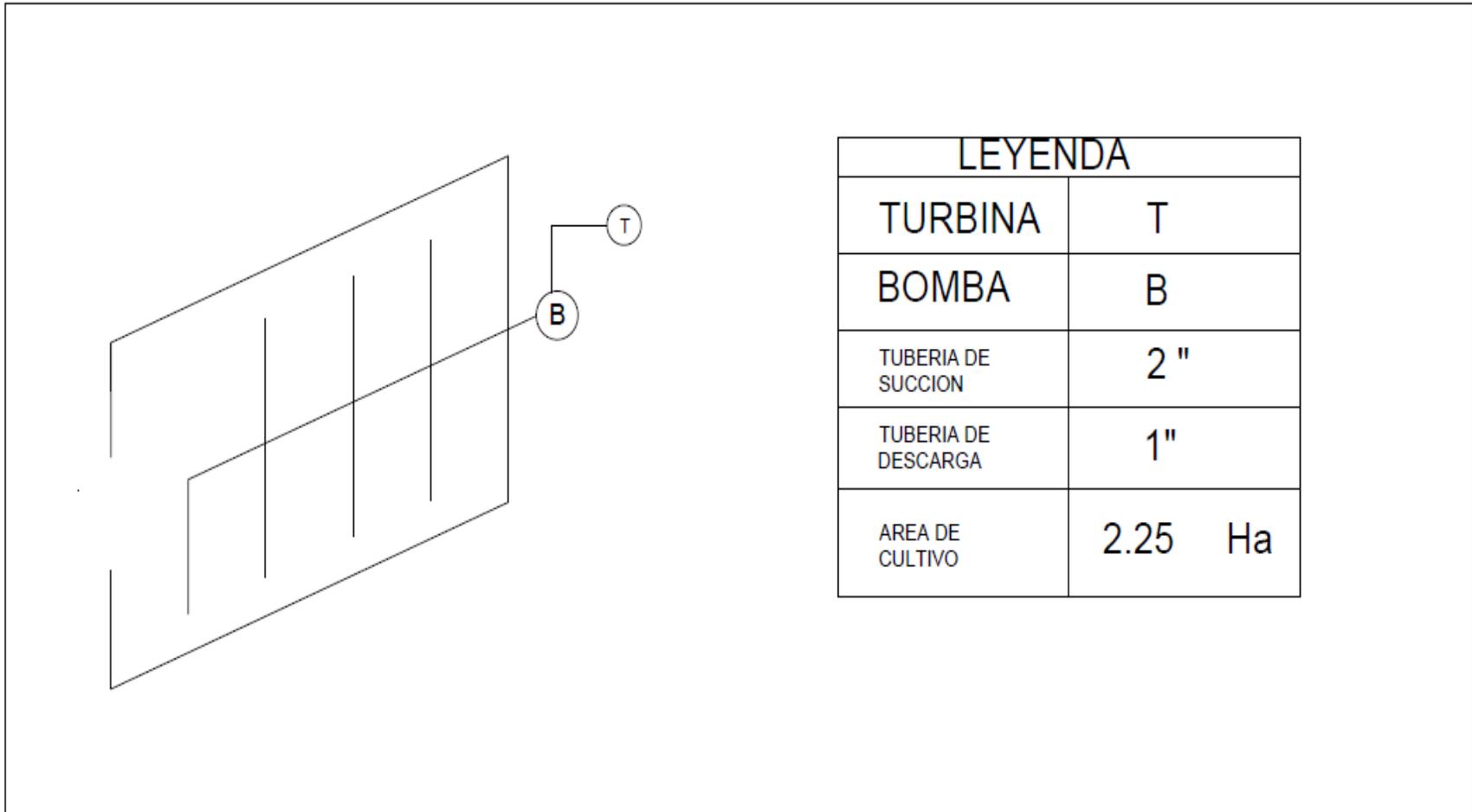
Anexo 1

Ilustración 12 Ubicación del proyecto donde se desarrollará la investigación



Anexo 2

Ilustración 13 Diseño del área de cultivo en el programa de AutoCAD



Anexo 3

Ficha técnica de la bomba seleccionada

Ilustración 14 Ficha técnica de la bomba seleccionada

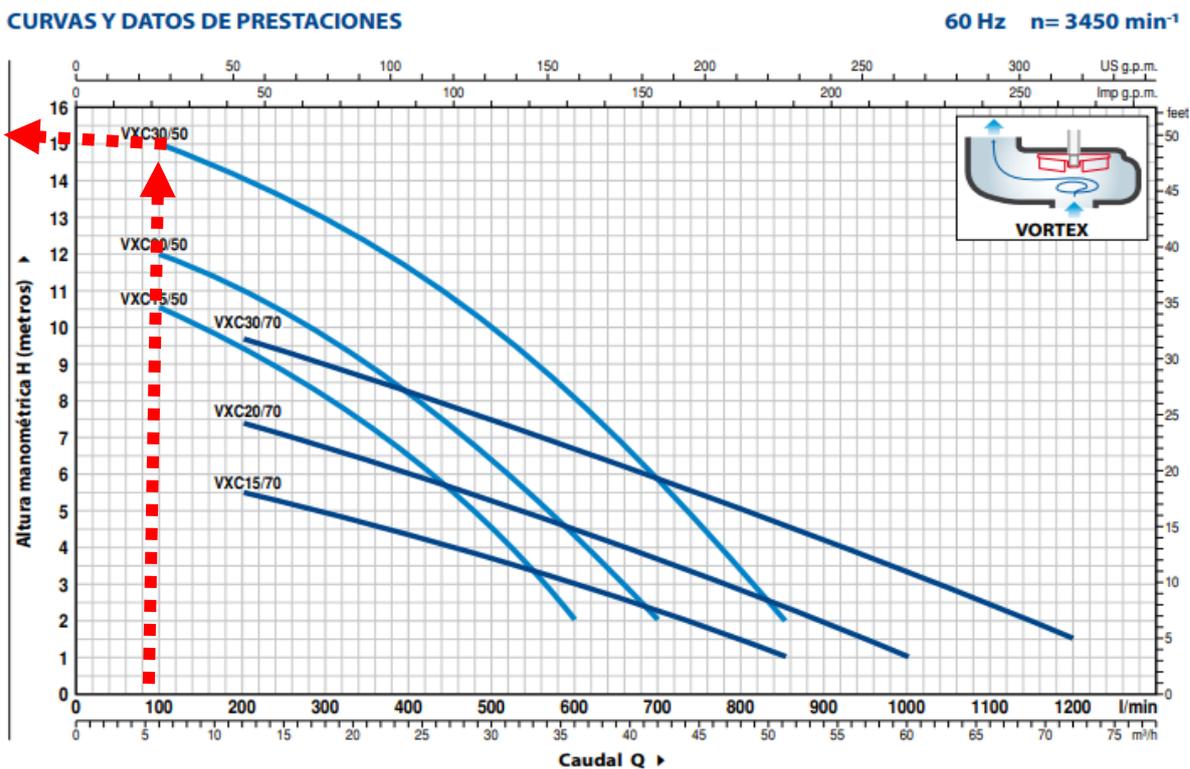


Ilustración 15 modelo y potencia

MODELO		POTENCIA (P ₂)		Q	H metros														
Monofásica	Trifásica	kW	HP		m³/h	0	6	12	18	21	24	30	36	42	48	51	54	60	66
				l/min	0	100	200	300	350	400	500	600	700	800	850	900	1000	1100	1200
VXCm 15/50	VXC 15/50	1.1	1.5	H metros	11.5	10.5	9.5	8.2	7.2	6.5	4.5	2							
VXCm 20/50	VXC 20/50	1.5	2		13	12	11	9.5	9	8	6.5	4.5	2						
VXCm 30/50	VXC 30/50	2.2	3		16	15	14	13	12.3	11.5	10	8	5.9	3.3	2				
VXCm 15/70	VXC 15/70	1.1	1.5		6.5	-	5.5	5	4.7	4.4	3.7	3	2.2	1.5	1				
VXCm 20/70	VXC 20/70	1.5	2		8.5	-	7.4	6.7	6.3	6	5.2	4.5	3.6	2.8	2.4	2	1		
VXCm 30/70	VXC 30/70	2.2	3		11	-	9.7	9	8.6	8.2	7.5	6.7	5.8	5	4.6	4.2	3.3	2.5	1.5

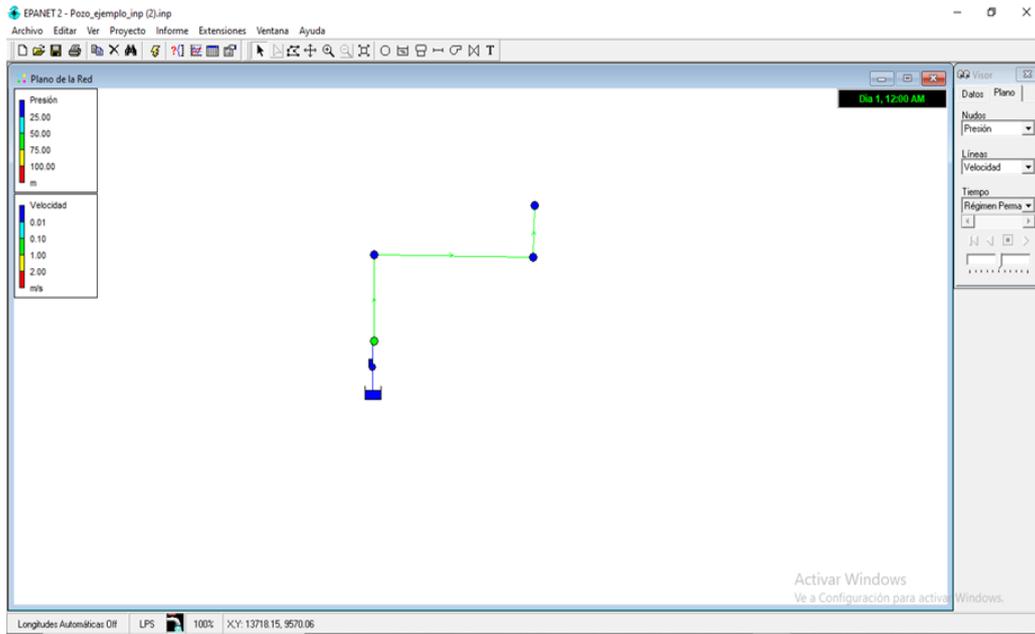
Q = Caudal H = Altura manométrica total

Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO9906 Grado 3B.

Anexo 4

Se utilizó el programa eponet 2.0, ya que por este medio podemos verificar los resultados obtenidos de la bomba usando la longitud de tubería, tipo de material
Simulamos el programa.

Ilustración 16 Simulación en el programa eponet



Donde simulamos el caudal calculando en este 1.59 litros por segundo

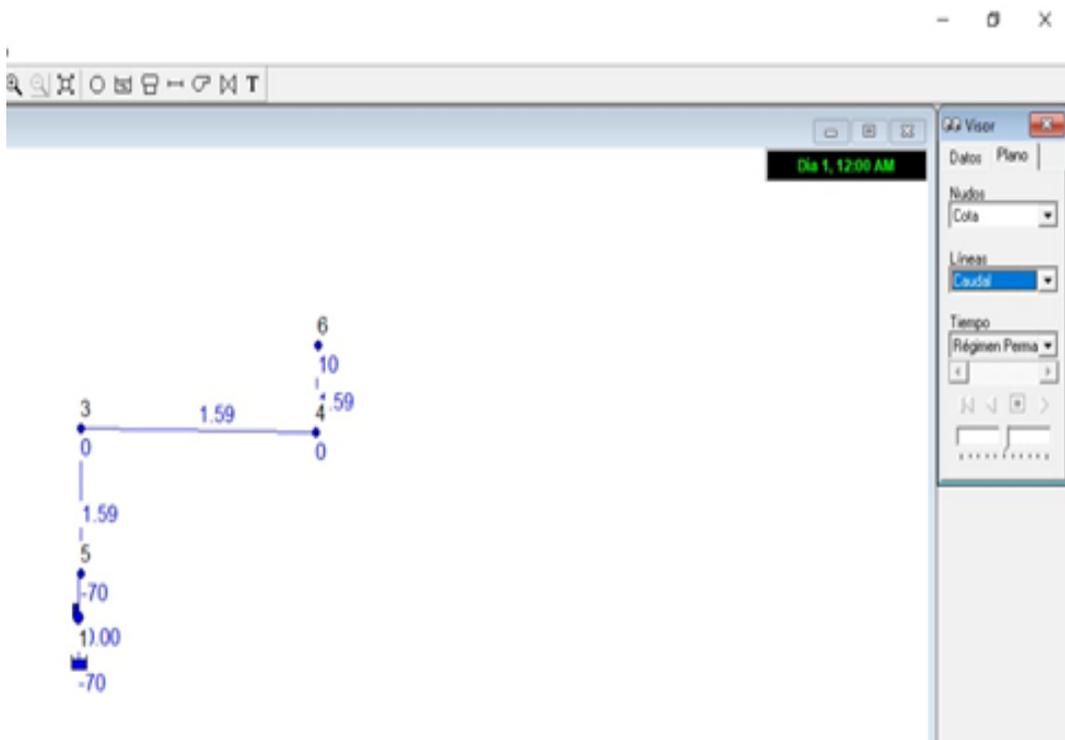


Ilustración 17 cálculo del caudal

Anexo 5

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica

FICHA TECNICA DE ENTREVISTA

Objetivo de la entrevista:

Conocer los alcances de la diversa problemática del cultivo a estudio

Técnica de recolección de datos

Entrevista

Fecha de recolección de datos

20/09/22

Lugar de la encuesta:

El Tablazo Huanchaco

Distrito:

Huanchaco

Provincia:

Trujillo

La entrevista fue hecha por los alumnos:

- ✚ Alvarado Jimenez, Yhans
- ✚ Medina Infante, Joel

presidenta de asociación de cultivo de maíz chala en el Tablazo doña Mariela Marilú Gálvez de Lujan



FORMATO DE ENCUESTA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica

Por favor conteste la encuesta con la mayor sinceridad y según su criterio, dado que su respuesta es de suma importancia para el proyecto, marque con un aspa lo que usted crea conveniente, y llene la información solicitada en los espacios libres.

Nombre del encuestado: Mariela Marilú Gálvez de Lujan (presidenta de asociación de cultivo de maíz chala en el Tablazo).

Edad: 60 Sexo: Femenino

Nacionalidad: peruana

Lugar de la encuesta: El Tablazo

Distrito: Huanchaco

Provincia: Trujillo

¿Cuántas hectáreas de cultivo cuenta la asociación de cultivo de Maíz Chala?

La asociación cuenta con 2.225 hectáreas

¿Cuántas personas te apoyan para el regado de tus cultivos de banano?

Entre 12 a 16 personas

El regado lo haces de forma:

Electrobomba B) Manual C) Grupo electrógeno ✕

¿Qué tiempo usted invierte para el regado de sus cultivos?

8 horas diarias

¿Qué tipo de riego utiliza para el maíz chala?

Riego por goteo

¿Qué conoces de turbinas eólica?

Son económicas generan electricidad por el viento y nos pueden ayudar en la asociación

GRACIAS POR SU PARTICIPACION

Anexo 7

Ficha técnica del anemómetro

ANEMOMETRO TERMOMETRO MEDIDOR DE VELOCIDAD DEL VIENTO



Anemómetro GM816, equipo compacto portátil fácil de transportar, se utiliza para medir la temperatura ambiente, la velocidad del viento para el ámbito Agrícola, Electrodoméstico, Industrial, Oficina, tiene funciones de conmutación de múltiples unidades. El anemómetro digital también puede utilizarse para mediciones manuales o fijas y tiene las funciones de máximo, mínimo, etc.

DATO GENERAL

- Marca: Benetech.
- Modelo: GM816.
- Cod. Int: 17400

Características:

- Medición de la velocidad del aire y la temperatura
- Medida de velocidad de aire máxima / media / corriente
- °C / F selección de la unidad de temperatura;
- Cinco unidades de velocidad del aire: M / s, Km / h, pies / min, nudos, mph
- Escala de Beaufort;
- Pantalla de retroiluminación;
- Apagado manual / automático;
- Indicación de sensación térmica
- Indicación de batería baja

Especificaciones:

A. Velocidad de aire				
unidad	rango	resolución	Umbral	precisión
m/s	0-30	0.1	0.1	+/- 5%
Ft/min	0-5860	19	39	
Knots	0-55	0.2	0.1	
Km/hr	0-90	0.3	0.3	
Mph	0-65	0.2	0.2	
B. Temperatura				
unidad	rango	resolución	precisión	
°C	-10°C - + 45°C	0.2	+/- 2°C	
°F	14°F - 113 °F	0.36	+/- 3.6°F	
Batería		CR2032 3.0V		
Termómetro		Termómetro NTC		
Temperatura de funcionamiento		10C + 45C (14F-113 F)		
humedad de funcionamiento		Menos del 90% de HR.		



PESO Y TAMAÑO

- Tamaño del artículo: 40 x 18 x 105mm
- Peso del artículo: 52 Gr.

CONTENIDOS DEL PAQUETE

- 1 * Anemómetro.
- 1 * Lazo de llevar.
- 1 * manual de instrucciones Ingles
- 1 * manual de instrucciones Castellano

Anexo 8

Toma de datos del viento investigadores: toma a 3m de altura y 2 metros



Investigador: Alvarado Jimenez, Yhans



Investigador: Medina Infante, Joel

Anexo 9

Recolección de datos con el equipo

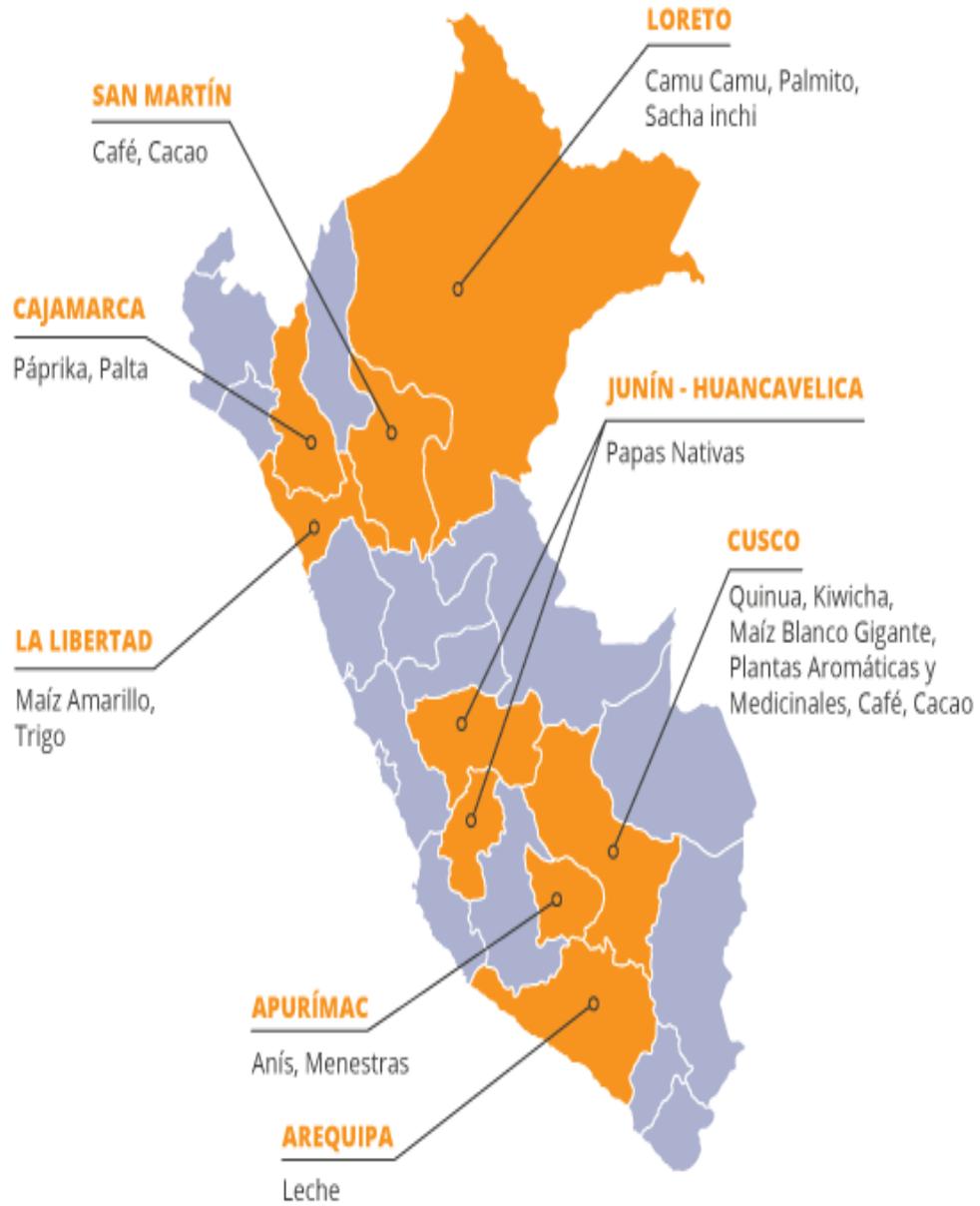


Recolección de datos usando Excel a una altura de 3 metros

TOMA DE DATOS DEL VIENTO	
TIEMPO	VALOR DEL VIENTO A 3 METROS
08:30AM	9.3
09:30AM	9.3
10:30AM	9.5
11:30AM	10.5
12:30PM	11.2
13:30 PM	12.2

Anexo 10

Producción de maíz chala





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CARLOS ENRIQUE SANCHEZ HUERTAS, 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: "Diseño de sistema eólico para generación de energía eléctrica para sistema de bombeo de agua para área de riego 2,250 hectáreas en el sol de tablazo Huanchaco", cuyo autor es ALVARADO JIMENEZ YHANS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, 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, 13 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CARLOS ENRIQUE SANCHEZ HUERTAS DNI: 17857234 ORCID: 0000-0002-6754-8017	Firmado electrónicamente por: CSANCHEZH55 el 19-12-2022 17:45:16

Código documento Trilce: TRI - 0485687



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CARLOS ENRIQUE SANCHEZ HUERTAS, 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: "Diseño de sistema eólico para generación de energía eléctrica para sistema de bombeo de agua para área de riego 2.250 ha en el sol de tablazo Huanchaco", cuyo autor es MEDINA INFANTE JOEL PEDRO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, 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, 25 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CARLOS ENRIQUE SANCHEZ HUERTAS DNI: 17857234 ORCID: 0000-0002-6754-8017	Firmado electrónicamente por: CSANCHEZH55 el 19-12-2022 17:45:09

Código documento Trilce: TRI - 0454468