



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



**PROPUESTA DE SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO SOLAR PARA
REDUCIR COSTO DE BOMBEO DE AGUA EN EL
SECTOR IRUCUYO DEL CENTRO POBLADO
SICTA – VILQUECHICO, 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. RENZO ZELA PACCARA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

JULIACA - PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA
PROPUESTA DE SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO SOLAR PARA
REDUCIR COSTO DE BOMBEO DE AGUA EN EL
SECTOR IRUCUYO DEL CENTRO POBLADO
SICTA - VILQUECHICO, 2024

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. RENZO ZELA PACCARA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

: 
Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO

PRIMER MIEMBRO

: 
Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

ASESOR DE TESIS

: 
M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

: TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA – P18

**UNIVERSIDAD ANDINA**
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1331-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 20 de octubre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU-8150 presentado por el (la) Bachiller: **RENZO ZELA PACCARA** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **RENZO ZELA PACCARA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **PROPUESTA DE SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO SOLAR PARA REDUCIR COSTO DE BOMBEO DE AGUA EN EL SECTOR IRUCUYO DEL CENTRO POBLADO SICTA - VILQUECHICO, 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
- * **1er Miembro** : Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
- * **2do Miembro** : Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

ARTICULO TERCERO.- APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **RENZO ZELA PACCARA**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **PROPUESTA DE SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO SOLAR PARA REDUCIR COSTO DE BOMBEO DE AGUA EN EL SECTOR IRUCUYO DEL CENTRO POBLADO SICTA - VILQUECHICO, 2024** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 30 de octubre del 2025
- * **HORA** : 15:30 horas
- * **LUGAR** : Aula 204 - EPIME

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURASDr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.
Archivo
interesado (a)

**UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"****RESOLUCIÓN DECANAL N° 338-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 23 de mayo del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 418 por el señor (a): **RENZO ZELA PACCARA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 118- 2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 001 - 2025 del integrante del comité de investigación **EPIME** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **RENZO ZELA PACCARA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **PROPUESTA DE SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO SOLAR PARA REDUCIR COSTO DE BOMBEO DE AGUA EN EL SECTOR IRUCUYO DEL CENTRO POBLADO SICTA - VILQUECHICO, 2024**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Salvador Teodoro Valdivia Cardenas** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 001 - 2025 **aprobandó** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **PROPUESTA DE SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO SOLAR PARA REDUCIR COSTO DE BOMBEO DE AGUA EN EL SECTOR IRUCUYO DEL CENTRO POBLADO SICTA - VILQUECHICO, 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **RENZO ZELA PACCARA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**, con el Tema Titulado: **PROPUESTA DE SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO SOLAR PARA REDUCIR COSTO DE BOMBEO DE AGUA EN EL SECTOR IRUCUYO DEL CENTRO POBLADO SICTA - VILQUECHICO, 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) **la), Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURASDr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
JULIACA - JULIACA - PUNO
Dr. Fritz Wally Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.
Archivo
interesado (a)

UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**RESOLUCIÓN DECANAL N° 614-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 11 de julio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU-7456, presentado el señor (a) **RENZO ZELA PACCARA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO - N° 572 -2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 010 -2024 del integrante del comité de investigación **EPIME** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **RENZO ZELA PACCARA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **PROPUESTA DE SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO SOLAR PARA REDUCIR COSTO DE BOMBEO DE AGUA EN EL SECTOR IRUCUYO DEL CENTRO POBLADO SICTA - VILQUECHICO**, 2024, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Benjamin Chuquimamani Quinto** de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 010 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **PROPUESTA DE SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO SOLAR PARA REDUCIR COSTO DE BOMBEO DE AGUA EN EL SECTOR IRUCUYO DEL CENTRO POBLADO SICTA - VILQUECHICO**, 2024.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **RENZO ZELA PACCARA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, con el Tema Titulado: **PROPUESTA DE SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO SOLAR PARA REDUCIR COSTO DE BOMBEO DE AGUA EN EL SECTOR IRUCUYO DEL CENTRO POBLADO SICTA - VILQUECHICO**, 2024 correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **M.Sc. MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.


cc.
Archivo 2024
Interesado (a)

Dr. MILTON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



RENZO ZELA PACCARA

PROPUESTA DE SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO SOLAR PARA REDUCIR COSTO DE BOMBEO DE AGUA EN EL SECTOR IRUC...

 TESIS DE MAESTRIAS

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::13016:538748416

Fecha de entrega

9 dic 2025, 16:45 GMT-5

Fecha de descarga

9 dic 2025, 17:01 GMT-5

Nombre del archivo

T036_47786771_T.docx

Tamaño del archivo

11.4 MB

72 páginas

8551 palabras

40.083 caracteres



TESIS UANCV

19% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 18%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 14%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
PROPUESTA DE SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO SOLAR PARA REDUCIR COSTO DE BOMBEO DE AGUA EN EL SECTOR IRUCUYO DEL CENTRO POBLADO SICTA – VILQUECHICO, 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	RENZO ZELA PACCARA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	47786771
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0009-0379-5332
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	01323821
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-4595-7589
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02406088
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02383061
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02064066



Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología e Ingeniería Mecánica – P18
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: Huancané Distrito: Vilquechico Centro Poblado: Sicta Sector: Irucuyo Longitud oeste: -69.64382 Latitud sur: -15.23590  https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1rCq2SshPnoXrFZRQacG1bO_GbkNFb3U&usp=sharing
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2024 – Mayo 2025
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería mecánica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.00
https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Mecánica aplicada https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.02

UNIVERSIDAD ANDINA "INÉS POR CACERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo RENZO ZELA PACCARA, identificado con DNI
Nro. 47786771 en mi condición de egresado de:

- ☒ Escuela Profesional
☐ Programa de Segunda Especialidad,
☐ Programa de Maestría o Doctorado

informo que he elaborado el/la ☒ Tesis o ☐ Trabajo de Investigación, ☐ Trabajo Académico
denominada:

PROPUESTA DE SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO SOLAR PARA
REDUCIR COSTO DE BOMBEO DE AGUA EN EL SECTOR
IRUCUYO DEL CENTRO POBLADO SICTA - VILQUECHICO, 2024

Asesorado por: M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

Es un tema original.

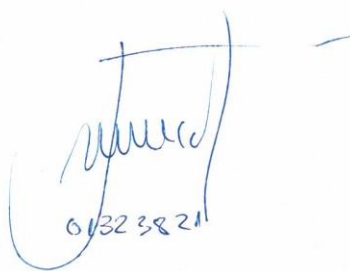
Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

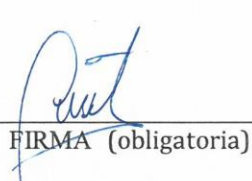
Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 19 de NOVIEMBRE del 2025


01323821


FIRMA (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

La presente tesis esta dedicado a dios quien me ha brindado fuerza, sabiduría y resiliencia en cada paso de este camino académico.

A mi querido padre y madre, por confiar en mí que han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores a mi familia por su apoyo incondicional.



AGRADECIMIENTO

Agradezco todos los días a Dios por darme esa buena oportunidad por lo que me han apoyado, gracias a mi papa a mi mama a mis hermanos,

A mis compañeros, agradezco profundamente por haber coincidido, por cada uno de los momentos que compartimos.

A mis docentes por su paciencia sus constantes apoyos y guía en todo este proceso y por todas sus enseñanzas.

Por último, quiero agradecerme a mí, por creer en mí.



ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	xii

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Descripción del problema	13
1.2. Formulación del problema	14
1.2.1. Pregunta General	14
1.2.2. Preguntas Especificas	14
1.3. Justificación	14
1.3.1. Justificación teórica	14
1.3.2. Justificación técnica.....	14
1.3.3. Justificación metodológica	15
1.3.4. Justificación ambiental	15
1.4. Objetivos de la investigación	15
1.4.1. Objetivo general	15



1.4.2. Objetivos específicos.....	15
1.5. Hipótesis	16
1.5.1. Hipótesis general	16
1.5.2. Hipótesis específicas	16
1.6. Operacionalización de variables	16

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Bases teóricas	17
2.1.1. Energía solar.....	17
2.1.2. Radiación solar	18
2.1.3. Panel solar	19
2.1.4. Viento	20
2.1.5. Energía eólica	20
2.1.6. Diseño del sistema híbrido eólico - solar	22
2.1.7. Bombas	23
2.1.8. Pérdidas en tuberías.....	24
2.2. Definición de términos	25

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Métodos de investigación	26
3.2. Ámbito de investigación.....	26
3.3. Población y muestra	27



3.4. Técnicas e instrumentos de recogida de datos	28
3.5. Recogida de datos	28

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación	29
4.2. Análisis e interpretación de resultados.....	29
4.2.2. Cálculo de potencia de la turbina eólica	36
4.3. Discusión de resultados	44
CONCLUSIONES.....	46
RECOMENDACIONES	47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
APÉNDICES.....	51
Apéndice 1. Matriz de consistencia	51
Apéndice 2, Otros	52



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	16
Tabla 2. Características técnicas del controlador IO 102.....	42
Tabla 3. Especificaciones técnicas de la unidad de control CU 200.....	43
Tabla 4. Costo de componentes del sistema híbrido.....	44



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Espectro de la radiación solar.....	18
Figura 2. Paneles solares.....	19
Figura 3. Aerogenerador de eje vertical.....	21
Figura 4 Instalación híbrida eólica – solar.....	23
Figura 5. Ubicación del sector Irucuyo.....	27
Figura 6. Controlador IO 102.....	41
Figura 7. Unidad de control CU 200.....	43



RESUMEN

El presente trabajo de investigación se muestra según diseño aplicado a un sistema híbrido de bombeo de agua en el sector Irucuyo del centro poblado Sicta; donde se benefician una población carente del servicio de agua. La propuesta que se presenta a continuación busca aprovechar la obtención de agua de poza mediante la aplicación de energía solar eólica, con el fin de proveer agua para consumo en el sector de bajos recursos económicos. Esta propuesta se realizó primero obteniendo la demanda de agua necesaria para el sector y se procedió a realizar cálculos de parámetros de la bomba posteriormente se realizó el dimensionamiento de la turbina eólica y sistema fotovoltaico. Como resultado se obtiene una bomba de potencia de 1hp para un caudal mínimo de 0.37 l/s; por criterio de condiciones de bombeo se opta por una bomba de 1.4 KW; teniendo un caudal máximo de 2.2 l/s. Esta propuesta es factible en la zona de interés donde se tiene en cuenta factores como el nivel de radiación solar, la intensidad de los vientos y el estudio para localizar la posible fuente de agua. La implementación de este sistema híbrido es una solución viable.

Palabras Clave: Sistema híbrido, bombeo de agua, solar eólico



ABSTRACT

This research presents a design for a hybrid water pumping system in the Irucuyo sector of the Sicta community, benefiting a population lacking access to water. The proposed system aims to utilize solar and wind energy to supply drinking water to this low-income area. The process began by determining the water demand for the sector and then calculating pump parameters. Subsequently, the wind turbine and photovoltaic system were sized. The initial design yielded a 1 hp pump with a minimum flow rate of 0.37 l/s. Based on pumping conditions, a 1.4 kW pump was selected, providing a maximum flow rate of 2.2 l/s. This proposal is feasible in the area of interest, taking into account factors such as solar radiation levels, wind speed, and the location of potential water sources. Implementing this hybrid system is a viable solution.

Keywords: Hybrid system, water pumping, wind solar



INTRODUCCIÓN

A nivel mundial debido a costo elevado del combustible (diésel) falta de acceso a la energía eléctrica el sistema híbrido (energía solar y eólica) utilizado para bombeo de agua es una opción importante para el abastecimiento de agua potable y riego.

Actualmente las energías renovables se están aplicando en todos los países debido a ser amigables con el planeta, entre los tipos de energías renovables los mas utilizados son la energía solar y eólica; Las cuales desempeñan las mismas funciones que los combustibles y energía convencionales; pero genera gases que contaminan el medio ambiente.

En el Perú en la mayoría de las zonas rurales y en zonas fuera de la ciudad no se tiene acceso a este recurso tan importante. Las zonas rurales donde no tiene acceso a la energía eléctrica para poder abastecerse de pozos. Y si algunos sectores tienen red de energía eléctrica este bombeo de agua representaría un costo donde los habitantes son de extrema pobreza.

En las zonas rurales generalmente no se cuentan con fuentes de agua potable debido a que por la geografía de las zonas no se encuentra agua subterránea.

El objetivo de este trabajo de investigación es proponer un sistema híbrido (eólico – solar) para el bombeo de agua desde una fuente subterránea para las viviendas ubicadas en el sector y con el fin de cumplir las necesidades hídricas de los habitantes; así mismo concientizar la importancia de la utilización de energías renovables como fuente de energía alternativa.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Descripción del problema

A nivel mundial en las zonas rurales no se tiene acceso al agua potable, debido a ello se realiza un sistema de bombeo de agua para abastecer a la comunidad

En el Perú en la mayoría de las zonas rurales y en zonas fuera de la ciudad no se tiene acceso a este recurso tan importante. Las zonas rurales donde no tiene acceso a la energía eléctrica para poder abastecerse de pozos. Y si algunos sectores tienen red de energía eléctrica este bombeo de agua representaría un costo donde los habitantes son de extrema pobreza.

En el sector de Irucuyo no se cuenta con agua potable, debido a ello se realiza un sistema de bombeo que se deriva a un reservorio para el abastecimiento del sector, este también genera costo de energía eléctrica.

La población beneficiaria es el Sector Irucuyo del Centro poblado Sicta, Distrito de Vilquechico.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Pregunta General

¿Como se puede proponer un sistema híbrido eólico solar para reducir costo de bombeo de agua en el sector Irucuyo del centro poblado Sicta – Vilquechico, 2024?

1.2.2. Preguntas Especificas

P.E.1. ¿Cómo se puede determinar la demanda máxima de agua para abastecer en el sector Irucuyo del centro poblado Sicta – Vilquechico, 2024?

P.E.2. ¿De qué manera se puede aplicar método para características técnicas del sistema de bombeo de agua en el sector Irucuyo del centro poblado Sicta – Vilquechico, 2024?

P.E.3. ¿Cómo se puede determinar análisis de costo para el sistema de bombeo de agua mediante sistema hibrido eólico solar del sector Irucuyo del centro poblado Sicta – Vilquechico, 2024?

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación teórica

En lugares de zona rural no se tiene acceso al agua potable por ello se realiza el bombeo de agua a un reservorio de ahí se distribuye a todo el sector

1.3.2. Justificación técnica

Esta investigación pretende que el sistema de bombeo de agua se realiza sin el costo de energía eléctrica, se utilice los recursos de la naturaleza como es el viento y el sol

1.3.3. Justificación metodológica

La metodología que se realiza primero es determinar la demanda de agua que se necesita para abastecer el sector de acuerdo a ello se procede a dimensionar el sistema híbrido eólico solar y se procede a analizar el costo para saber si es rentable

1.3.4. Justificación ambiental

La presente investigación se realiza utilizando energía eólica – solar las cuales son fuentes de energía renovable, el cual son energía limpia para el medio ambiente.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Proponer sistema híbrido eólico solar para reducir costo de bombeo de agua en el sector Irucuyo del centro poblado Sicta – Vilquechico, 2024

1.4.2. Objetivos específicos

O.E.1. Determinar la demanda máxima de agua para abastecer en el sector Irucuyo del centro poblado Sicta – Vilquechico, 2024

O.E.2. Aplicar método para características técnicas del sistema de bombeo de agua en el sector Irucuyo del centro poblado Sicta – Vilquechico, 2024

O.E.3. Determinar análisis de costo para el sistema de bombeo de agua mediante sistema híbrido eólico solar del sector Irucuyo del centro poblado Sicta – Vilquechico, 2024

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

Si se propone un sistema híbrido eólico solar entonces se reducirá el costo de bombeo de agua en el sector Irucuyo del centro poblado Sicta – Vilquechico, 2024

1.5.2. Hipótesis específicas

H.E.1. Si se determina la máxima demanda de agua entonces se podrá proponer un sistema de bombeo de agua en el sector Irucuyo del centro poblado Sicta – Vilquechico, 2024

H.E.2. Si se aplica el método entonces se podrá determinar las características del sistema de bombeo de agua para el sector Irucuyo del centro poblado Sicta – Vilquechico

H.E.3. Si se realiza el análisis de costo con sistema híbrido eólico solar para el bombeo de agua en el sector Irucuyo entonces será factible

1.6. Operacionalización de variables

Tabla 1.

Operacionalización de variables

Variables	Definición	Unidad de medida	Instrumento de medición
Independiente			
Radiación solar	Energía solar incidente en los paneles solares	w/m ²	Piranómetro
Velocidad del viento	Velocidad del viento que incide en los aerogeneradores	m/s	Anemómetro
Dependiente			
Caudal de agua	Cantidad de agua bombeada por unidad de tiempo	m ³ /h	Caudalímetro
Presión de bombeo	Presión necesaria para bombear agua	bar	Manómetro

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Bases teóricas

2.1.1. Energía solar

Se obtiene a través de la captación de luz y calor que son emitidas por el sol. Se considera una energía renovable, dentro del grupo de los no contaminantes, por ello se les atribuye el nombre de energía limpia. Se aprovecha la radiación solar por medio del calor que produce el sol, así también se puede aprovechar mediante la absorción de la radiación con aparatos o dispositivo óptico

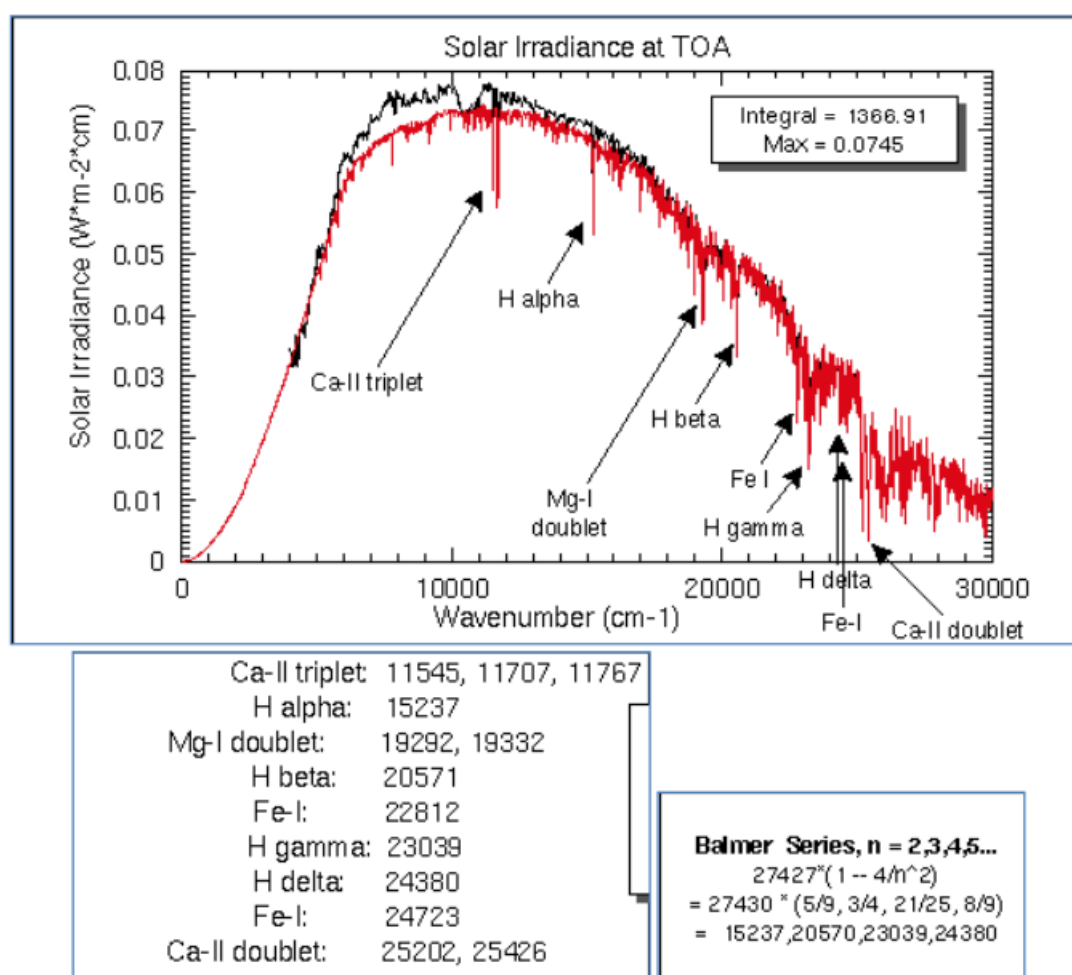
La irradiancia varía dependiendo de las condiciones atmosféricas, la altitud y el momento del día. Un aproximado de irradiancia optima debido a las buenas condiciones atmosféricas es un aproximado de 1000 W/m^2 en la superficie terrestre. También conocida como potencia de la radiación

2.1.2. Radiación solar

Es la energía electromagnética emitida por el sol que llega a la tierra. Esta energía es fundamental para la vida en nuestro planeta y es la principal fuente de energía para muchos procesos naturales y humanos. De acuerdo con la ley de Planck la temperatura que emite el sol al comportarse como un cuerpo negro es de 6000°K. La radiación solar se distribuye desde infrarrojo hasta ultravioleta.

Figura 1.

Espectro de la radiación solar



Fuente: Barbera, s.f.

2.1.3. Panel solar

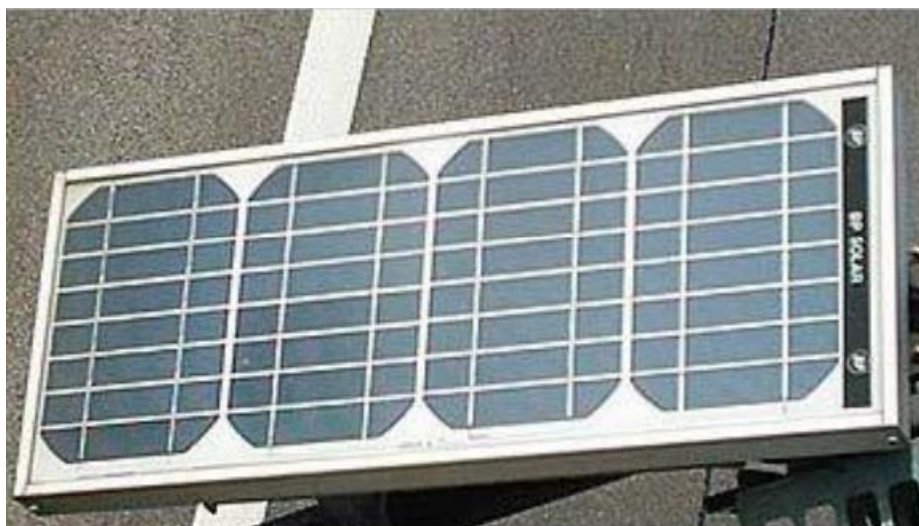
Los módulos fotovoltaicos, también conocidos como paneles solares o colectores solares fotovoltaicos, se componen de un grupo de células (Células fotovoltaicas) que generan electricidad a partir de la luz que se refleja en ellas.

Las placas solares se clasifican en:

- Las cristalinas
- Monocristalinas: están formadas por secciones de un solo cristal de silicio (identificados por su forma circular u octogonal, donde los cuatro lados son cortos, y al observarlas se nota que son curvas, ya que se trata de una célula circular recortada).
- Policristalinas: cuando se componen de minúsculas partículas en cristal.
- Amorfos: cuando el silicio aún no ha formado cristal.

Figura 2.

Paneles solares



Fuente: Barbera, s.f.

2.1.4. Viento

La radiación solar, que provoca el calentamiento terrestre, genera variaciones en la temperatura y la presión entre las masas de aire atmosféricas de distintos lugares del planeta.

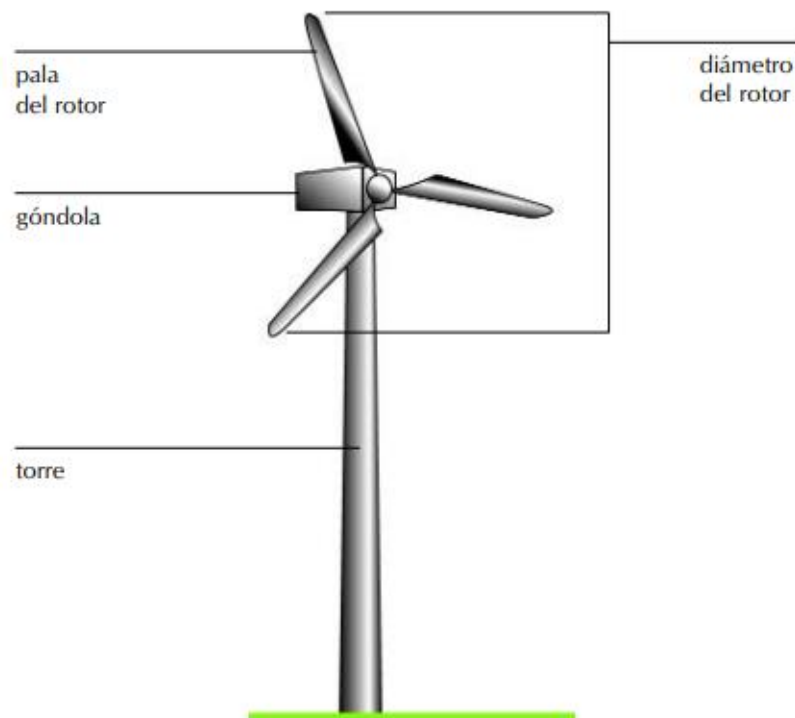
Cuando estas masas de aire se reestructuran y se desplazan, intentando mantener todas la misma temperatura y presión, surge el viento (aire en desplazamiento). A nivel mundial, son la rotación terrestre sobre sí misma y la variación en las temperaturas entre ellas.

Las corrientes de aire se originan en áreas ecuatoriales y polares; en cambio, a nivel local, son las características específicas de la orografía del terreno las que definen la presencia y las propiedades del viento. (Mitja, y otros, 2002)

2.1.5. Energía eólica

En el uso de energía eólica, las máquinas eólicas ofrecen soluciones, desde usos de baja potencia para bombeo de agua o electrificación rural (máquinas de baja potencia), hasta parques eólicos (instalaciones de alta potencia) vinculados a la red de electricidad, con aerogeneradores de potencias nominales que oscilan entre 150 kW y 1.500 kW.

En todas las situaciones, estas máquinas se componen de los mismos componentes fundamentales: un elemento móvil que absorbe la energía cinética del viento, conocido como rotor, que se une a un eje que se vincula a una bomba o a un generador eléctrico, dependiendo del uso que se realice del dispositivo. (Mitja, y otros, 2002)

Figura 3.*Aerogenerador de eje vertical***Fuente:** (Mitja, y otros, 2002)**a) Rotor**

Es la sección del aparato que convierte la energía eólica en energía mecánica. Incrementando el diámetro de las palas, se puede incrementar la superficie que absorbe el viento y la potencia que la máquina aporta.

La intensidad de potencia del viento se refiere a la cantidad de potencia que proporciona por unidad de superficie barrida.

b) Multiplicador

El multiplicador es un grupo de engranajes que convierten la velocidad reducida a la que rota el eje del rotor (de 20 a 30 giros por minuto) en una velocidad superior, la cual se transmite al eje que gira. provoca la rotación del generador.

c) Generador

La finalidad del generador es convertir la energía mecánica que proviene del rotor del equipo en energía eléctrica. Esta energía será transmitida a la red eléctrica o utilizada por un centro de consumo próximo a la instalación.

d) Góndola

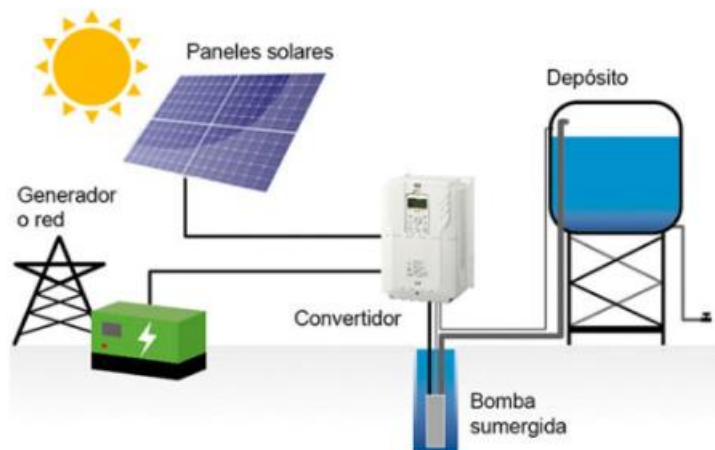
La góndola constituye el soporte y la carcasa del aerogenerador. El bastidor es un elemento mecánico esencial (el rotor, el multiplicador y el generador) del aerogenerador, ubicado en la torre. Este armazón se encuentra resguardado por una carcasa, usualmente fabricada en fibra de vidrio y poliéster, y reforzada con perfiles de acero inoxidable.

e) Palas

Se trata de los componentes del aerogenerador responsables de absorber la energía cinética provenga del viento. Es un elemento crucial de la máquina, dado que en palas de gran longitud, que facilitan un mejor uso de la energía, las velocidades elevadas alcanzadas en sus extremos reducen la resistencia de los materiales utilizados para su fabricación (usualmente, fibra de vidrio y poliéster).

2.1.6. Diseño del sistema híbrido eólico - solar

Este tipo de sistema híbrido combina los paneles solares y aerogeneradores para producir o generar electricidad, en este caso para el bombeo de agua

Figura 4*Instalación híbrida eólica – solar*

2.1.7. Bombas

Es una de las máquinas más utilizadas, ya que sirve para el transporte de sustancia líquidas y sólidas de un lugar a otro. Es una turbomáquina que absorbe la energía mecánica y convierte en energía hidráulica.

Características principales de las bombas

Caudal: Cantidad de líquido que impulsa la bomba en un determinado tiempo

Altura útil: Se define como la altura que el rodete imparte al fluido menos las pérdidas generadas al interior de la bomba.

Potencia útil: Potencia invertida en impulsar el caudal a una altura determinada

2.1.8. Pérdidas en tuberías

Existen 2 tipos de pérdidas en tuberías primaria y secundaria; las pérdidas primarias se refieren a las perdidas por rozamiento, las perdidas secundarias son a los accesorios de la tubería.

Pérdidas primarias:

$$H_{rp} = \lambda \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

H_{rp} : Pérdida de carga primaria

λ : Coeficiente de pérdida de carga primaria

L : Longitud de la tubería

D : Diámetro interno de la tubería

v : Velocidad media del fluido

Perdidas Secundarias:

$$H_{rs} = \zeta \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

H_{rs} : Pérdidas secundarias

ζ : Coeficiente adimensional de pérdida de carga secundaria

v : velocidad media en la tubería si se trata de codos o valvulas



2.2. Definición de términos

Radiación solar: Energía solar incidente en los paneles solares

Velocidad del viento: Velocidad del viento que incide en los aerogeneradores

Caudal de agua: Cantidad de agua bombeada por unidad de tiempo

Presión de bombeo: Presión necesaria para bombear agua



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Métodos de investigación

Enfoque de investigación: mixta

Según **(Hernández, Méndez y Mendoza, 2014)**. El enfoque de la investigación mixta que integra ambos enfoques (cuantitativo y cualitativo), argumentando que al probar una teoría a través de dos métodos pueden obtenerse resultados más confiables. Este enfoque aún es polémico, pero su desarrollo ha sido importante en los últimos años

Tipo de investigación: Básico – tecnológico

Diseño de investigación: No experimental

3.2. Ámbito de investigación

Se desarrolla sector Irucuyo del centro poblado Sicta – Vilquechico

Provincia: Huancane

Distrito: Vilquechico

Centro poblado: Sicta

Sector: Irucuyo

Figura 5.

Ubicación del sector Irucuyo



Fuente: <https://maps.app.goo.gl/hFJTaPzQWHYiwZk2A>

3.3. Población y muestra

Como población se tiene el centro poblado de Sicta

Como muestra son el sector Irucuyo. Para el desarrollo de la presente investigación se considero 20 habitantes.

$$n = \frac{N \sigma^2 Z^2}{(N - 1)e^2 \sigma^2 Z^2}$$

Donde:

σ : Desviación estandar de la población = 0.5

Z : Valor obtenido de distribución normal para un nivel de confianza 95% = 1.96

e : Limite aceptable de error muestral = 0.05



N: Tamaño de la población

3.4. Técnicas e instrumentos de recogida de datos

Técnicas: Las técnicas empleadas son las siguientes:

- Observación: Análisis de la zona
- Reporte de irradiación solar in situ
- Reporte de velocidad del viento in situ

Instrumentos:

- Datos de la base de NASA
- Datos de la base del senamhi

3.5. Recogida de datos

Primero se realizó un análisis de la fuente de agua para realizar el bombeo y la demanda que se requiere para satisfacer las necesidades del sector; se realiza los cálculos de los parámetros del sistema de bombeo y la potencia de la bomba. Se realiza un análisis de la radiación solar y la velocidad del viento. Finalmente se procede a realizar el dimensionamiento del sistema híbrido (solar – eólico)

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación

El presente trabajo de investigación tiene como resultado de acuerdo a los objetivos planteados en la siguiente tesis, donde se determina demanda del consumo de agua, potencia hidráulica y potencia de la bomba; y características del sistema híbrido solar – eólico

4.2. Análisis e interpretación de resultados

O.E.1. Determinar la demanda máxima de agua para abastecer en el sector Irucuyo del centro poblado Sicta – Vilquechico, 2024

Se determina los siguientes parámetros

Volumen del agua

Se considera 20 viviendas, cada uno con un promedio de 5 personas

$$N = 20 * 5$$

$$N = 100$$

Según dirección general de salud ambiental (DIGESA) el consumo de agua es de 50 litros por persona al día

$$V_t = V_p * P_0$$

Donde:

V_t : Volumen total

V_p : Consumo de agua por persona = 50l

P_0 : Cantidad de habitantes = 100

$$V_t = 50 \text{ litros} * 100$$

$$V_t = 5000 \text{ litros}$$

Caudal

$$Q = \frac{V_t}{t}$$

Donde:

V_t = Volumen total = 5000 litros

t: tiempo = 6 horas = 21600 seg.

$$Q = \frac{5000 \text{ litros}}{21600 \text{ segundos}}$$

$$Q = 0.23 \frac{\text{litros}}{\text{seg}}$$

Para el diseño se proyecta un crecimiento de 0.7% anual

$$P_f = P_0 (1 + i)^n$$

Donde:

P_f : Poblacion futura

P_0 : Poblacion actual = 100

i: Tasa de crecimiento poblacional = 0.7%

n: numero de años proyectados = 10 años

$$P_f = 100 * (1 + 0.007)^{10}$$

$$P_f = 107 \text{ habitantes}$$

Volumen de diseño

$$V_d = V_t * 1.07$$

$$V_d = 5000 \text{ litros} * 1.07$$

$$V_d = 5350 \text{ litros}$$

Caudal de diseño

$$Q_d = \frac{V_d}{t}$$

$$Q_d = \frac{5350 \text{ litros}}{21600 \text{ segundos}}$$

$$Q_d = 0.25 \frac{\text{litros}}{\text{seg}}$$

Volumen de reservorio

$$V_r = V_d * f$$

Donde:



V_d : Volumen de diseño = 5350 litros

f: factor de seguridad = 1.5

$$V_r = 5350 * 1.5$$

$$V_r = 8025 \text{ litros}$$

Caudal de bombeo

$$Q_b = \frac{V_r}{t}$$

$$Q_b = \frac{8025 \text{ litros}}{21600 \text{ segundos}}$$

$$Q_b = 0.37 \frac{\text{litros}}{\text{seg}}$$

Diámetro de la tubería

$$D = 0.96 \left(\frac{t}{24} \right)^{0.25} * Q_b^{0.45}$$

Donde

t: Tiempo = 6 horas

$$Q_b: \text{Caudal de bombeo} = 0.37 \frac{\text{litros}}{\text{segundo}}$$

$$D = 0.96 \left(\frac{6}{24} \right)^{0.25} * 0.37^{0.45}$$

$$D = 0.019 \text{ m} = 0.76 \text{ pulg.}$$

$$D = 1 \text{ pulg.}$$

Velocidad de agua en tubería

$$v = \frac{4 Q_b}{\pi D^2}$$

Donde:

$$Q_b: \text{Caudal de bombeo} = 0.37 \frac{\text{litros}}{\text{segundo}}$$

D: Diametro de la tubería = 1 pulgada

$$v = \frac{4 * 0.37}{\pi * 0.0254^2}$$

$$v = 0.73 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Pérdida de carga

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

f: Coeficiente de fricción = 0.02 para PVC

L: Longitud de tubería = 300 m

D: Diametro de la tubería = 0.0254 m

v: Velocidad de agua en tubería = $0.73 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

g: Gravedad = $9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

$$h_f = 0.02 * \frac{300}{0.0254} * \frac{0.73^2}{2 * 9.81}$$

$$h_f = 6.42 \text{ m}$$

Altura total de bombeo

$$H_t = H_g + h_f$$

Donde:

H_g : Altura geodesica = 97m

h_f : Altura de pérdidas = 6.42 m

$$H_t = 97 + 6.42$$

$$H_t = 103.42 \text{ m} = 104 \text{ m}$$

Potencia hidráulica

$$N_h = \frac{\gamma Q_b H_t}{76}$$

Donde:

γ : Peso específico del agua = $1000 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$

Q : Caudal de bombeo = $0.37 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 0.00037 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$

H_t : Altura total de bombeo = 104 m

Reemplazando:

$$N_h = \frac{1000 * 0.00037 * 104}{76}$$

$$N_h = 0.51 \text{ HP}$$

Potencia de la bomba

$$\eta_b = \frac{N_h}{N_b}$$

Entonces:

$$N_b = \frac{N_h}{\eta_b}$$

Donde:

N_h : Potencia hidráulica = 0.51 HP

η_b : Eficiencia de la bomba = 0.75

$$N_b = \frac{0.51}{0.75}$$

$$N_b = 0.61 \text{ HP} = 1 \text{ HP}$$

Debido a que se utilizara energías renovables para el sistema de bombeo por lo que se requiere una bomba sumergible SQFLEX, a continuación, se selecciona la bomba con los parámetros de caudal y altura calculados

Modelo	Caudal máximo (m ³ /h)	Altura máxima (m)	Potencia (W)	Tipo
3 SQF-2	1.2	250	900	Helicoidal (alto caudal, alta altura)
6 SQF-2	2.4	180	1400	Helicoidal
11 SQF-2	5.0	120	1800	Centrífuga
16 SQF-10	8.0	70	1850	Centrífuga
25 SQF-7	12.0	50	1850	Centrífuga

Se selecciona una bomba sumergible SQFLEX ideal para trabajos con energías renovables híbridas con una potencia de 1.4 kW

4.2.2. Cálculo de potencia de la turbina eólica

$$N_{aire} = \frac{1}{2} \rho_{aire} A v^3$$

Donde:

A : Area en m^2

Si la turbina eólica que se selecciona tiene un diámetro de 2.7m; entonces el area es:

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

$$A = \frac{\pi}{4} * (2.7)^2$$

$$A = 5.73 m^2$$

v : Velocidad del viento en $\frac{m}{s}$

La velocidad del viento promedio en el centro poblado de Sicta, según reportes de la NASA es de 5m/s

ρ_{aire} : Densidad del aire en $\frac{kg}{m^3}$

La densidad del aire se calcula a partir de la siguiente formula:

$$\rho_{aire} = \frac{P_0}{R T_0}$$

Donde:

P_0 : Presion atmosferica



La presión atmosférica en el centro poblado de Sicta según reportes de la NASA es

61 KPa = 0.61 bar

R : Constante de gases ideales

T_0 : Temperatura atmosférica

La temperatura atmosférica promedio en el centro poblado de Sicta según reportes de la NASA es 12°C

Reemplazando:

$$\rho_{aire} = \frac{61}{0.287 * 285}$$

$$\rho_{aire} = 0.75 \frac{Kg}{m^3}$$

Finalmente, la potencia eólica es:

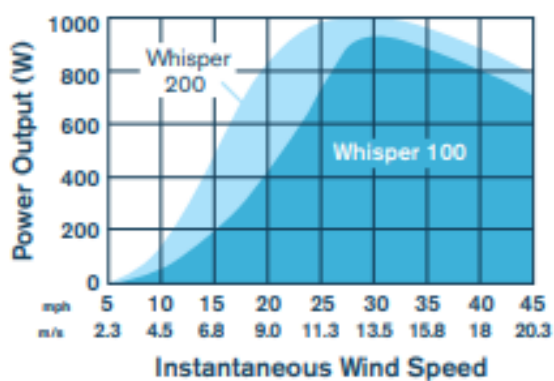
$$N_{aire} = \frac{1}{2} * 0.74 * 5.73 * 5^3 * 0.59$$

$$N_{aire} = 156.36 W = 160 W$$

Se selecciona una turbina eólica con una potencia de 160 W



POWER



Cálculo de paneles solares

Si la potencia de la bomba es de 1500 W; y con la turbina eólica se tiene una potencia de 156W; entonces para el cálculo de los paneles se tiene una potencia de 1344W

Primero se determina la energía diaria que debe entregar los paneles a la bomba

$$E_r = N_r * T_t$$

Donde:

E_r : Energía diaria requerida

N_r : Potencia requerida

T_t : Tiempo de trabajo diario

$$E_r = 1344 * 5$$

$$E_r = 6720 \frac{Wh}{dia}$$

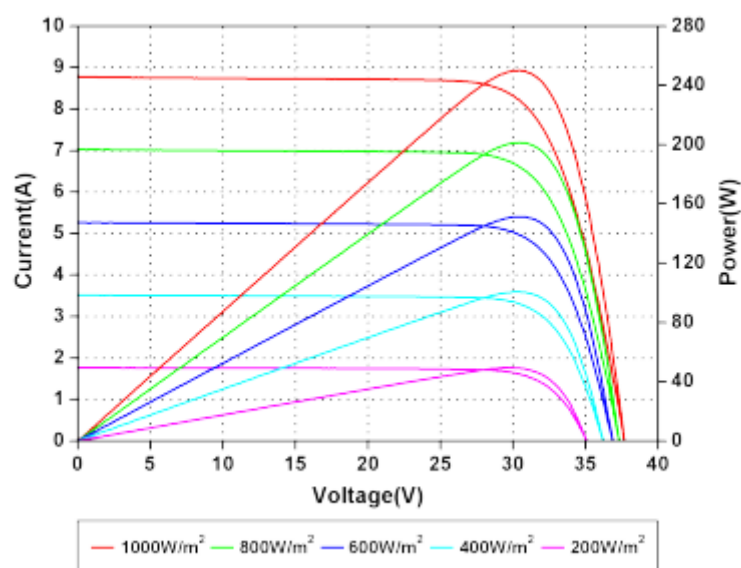
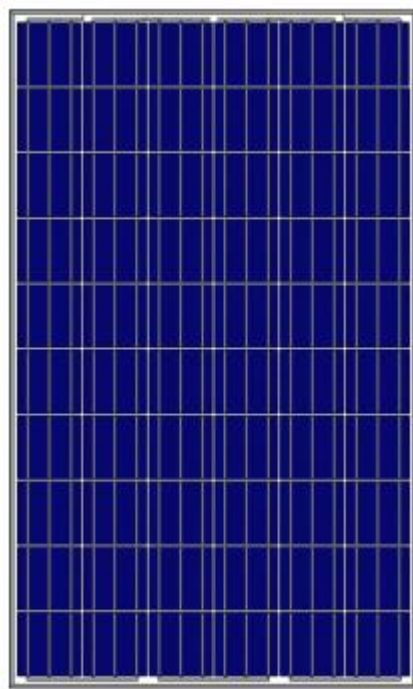
La hora solar pico promedio en el centro poblado de Sicta es de 6 HSP

Si se utiliza paneles de 250 W; entonces se determina el número de paneles a utilizar

$$Numero\ de\ paneles = \frac{E_r}{HSP * \eta * N_p}$$

$$Numero\ de\ paneles = \frac{6720}{6 * 0.8 * 250}$$

$$Numero\ de\ paneles = 5.6 = 6\ paneles$$



Dispositivo de control y potencia

Los elementos de control son necesarios para operar de forma automática y manual, los componentes de potencia que intervienen en el sistema híbrido de bombeo.

Controlador IO102

El controlador IO102 está específicamente diseñado para los sistemas eólicos de SQFlex.

El IO 102 habilita el arranque y parada manual de la bomba en un sistema eólico o combi de SQFlex. El interruptor del arranque/parada tiene un freno eléctrico incorporado para la turbina.

Cuando el interruptor está en la posición "parada", la turbina se detiene o reduce la velocidad.

El IO 102 rectifica el voltaje de la turbina eólica trifásica AC a voltaje DC. Además, el IO102 habilita la combinación de energía eólica con la del panel solar.

Al mismo tiempo, el IO 102 también funciona como una caja de conexión de todos los cables necesarios.

Figura 6.

Controlador IO 102



Tabla 2.**Características técnicas del controlador IO 102**

Descripción	Valor
Tensión nominal	50 Hz
Frecuencia de alimentación	240 VAC
Grado de protección (IEC 34-5)	IP55
Carga máxima	30-300 VDC – 8.4 A
Rango de temperaturas ambientes	-30 ... 50°C

Unidad de control CU 200

La unidad de control CU 200 de Grundfos es una unidad combinada de estado, control y comunicación especialmente desarrollada para el sistema SQFlex.

La comunicación entre el CU 200 y la bomba tiene lugar vía el cable de suministro de potencia de la bomba, lo que significa que no se requieren cables adicionales entre la bomba y el CU 200. Esto hace posible el arranque, parada o reinicio de la bomba pulsando el botón arranque/parada.

Además, el CU 200 permite la visualización de alarmas, funcionamiento de la bomba, entre otros.

Figura 7.

Unidad de control CU 200



Tabla 3.

Especificaciones técnicas de la unidad de control CU 200

Descripción	Valor
Rango de temperatura ambiente	30 – 50°C
Humedad relativa	95%
Consumo de energía	5W
Tensión nominal AC	90 – 240V
Tensión nominal DC	30 – 300V
Grado de protección (IEC 34-5)	IP55
Fusible de respaldo	10 A
Carga máxima	100 mA
Peso neto	2 Kg

Costo de componentes del sistema híbrido eólico solar para bombeo de agua

Tabla 4.

Costo de componentes del sistema híbrido

Componentes del sistema híbrido (solar – eólico)	Costo (S/.)
Bomba modelo 6 SQF-2	S/. 9109.10
Unidad de control CU-200	S/. 1690.00
Controlador IO-102	S/. 2366.00
6 paneles de 250 W	S/. 2839.20
Aerogenerador de 160W	S/. 1183.00
Total	S/. 16187.30

4.3. Discusión de resultados

Para la discusión de resultados se considera trabajos de investigación similares

(Cajusol, 2019). *Dimensionamiento de un sistema híbrido eólico solar para el bombeo de agua en el fundo San Juan de Cayalti provincia de Chiclayo-Lambayeque*. En esta investigación el autor realiza un análisis de la demanda de agua que se necesita para el riego, obteniendo así la demanda más alta que se requiere siendo 248,51 m³/día y menor demanda de agua 123,77 m³/día. Tanto obtiene datos de radiación solar donde considera el menor valor de 4.89 KWh/m²/día. Velocidad del viento donde determina una contribución menor de 9.20% y una contribución mayor de 38.6% de energía total requerida para el bombeo, dimensionó el sistema híbrido eólico solar para el bombeo de agua seleccionando 01 aerogenerador ZONHAN de 2 kW, 14 paneles fotovoltaicos de la



marca SIMAX, 08 baterías ROLLS de 503 Ah, 01 controlador Blue Solar 150/85 y además de un inversor VICTRON ENERGY de 5 kW.

(Puma & Apaza, 2015). *Diseño y cálculo de un sistema de bombeo de agua, accionado por energía solar*. La electricidad generada se utiliza para accionar un motor eléctrico de corriente continua que a su vez suministra energía mecánica a una bomba que hace el trabajo de extraer el agua de un pozo u algún otro reservorio. Este es un sistema de bombeo solar en su forma más simple. Se estudia dicho sistema elemental de bombeo, así como los métodos de diseño. Se hizo lo posible por presentar resultados prácticos; principalmente cuando se seleccionaron los elementos del sistema

El autor del presente trabajo de investigación "***Propuesta de un sistema híbrido eólico solar para reducir costo de bombeo de agua en el sector irucuyo del centro poblado sicta – vilquechico, 2024***"; el control del nivel de agua del pozo es automático; la bomba esta dimensionado para una proyección del 0,7% de tasa de crecimiento poblacional en un periodo de 10 años, donde se obtiene 5350 litros por día. Se obtuvo una bomba de 1.5 KW, este sistema impulsa el agua a un reservorio de un volumen de 8035 litros; lo cual se distribuida por gravedad a cada vivienda. Este sistema suministra bombeo de agua para 20 viviendas que se encuentran en el sector Irucuyo

CONCLUSIONES

PRIMERA: Se propuso un sistema híbrido eólico solar para reducir los costos del sistema de bombeo de agua en el sector Irucuyo centro poblado Sicta - Vilquechico

SEGUNDA: En base a los datos obtenidos de la población in situ se realiza el cálculo para 20 viviendas una demanda de agua de 5000 litros por día; si cada habitante consume 50L. Se realizó una proyección del 0,7% de tasa de crecimiento poblacional en un periodo de 10 años, donde se obtiene 5350 litros por día

TERCERA: Se obtiene una bomba de potencia de 1hp aproximadamente para un caudal mínimo de 0.37 l/s; teniendo un caudal máximo de 2.2 l/s y una altura de bombeo de 104m. Se realizó el dimensionamiento del sistema híbrido solar – eólico, donde se determina una bomba 6 SQF-2 de 1.4kW de potencia; turbina eólica de 160W de potencia, 6 paneles de 250W, 1 unidad de control CU-200; controlador IO-120

CUARTA: Esta propuesta es factible en la zona de interés donde se tiene en cuenta factores como el nivel de radiación solar, la intensidad de los vientos y el estudio para localizar la posible fuente de agua. La implementación de este sistema híbrido es una solución viable con un costo aproximado de S/. 16187.30 de los componentes.



RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Se recomienda que la instalación tenga facilidad para conexión a la red; además realizar un estudio de los recursos renovables in situ para saber si es factible el diseño del sistema de bombeo;
- SEGUNDA:** Se recomienda hacer un análisis de la demanda que se va diseñar in situ; con un factor de proyección a largo plazo
- TERCERA:** Se recomienda realizar el diseño del sistema de bombeo y el dimensionamiento del sistema eólico y híbrido con los reportes de radiación solar y velocidad del viento medidos in situ.
- CUARTA:** Se recomienda realizar un estudio in situ donde se va a realizar el sistema de bombeo de agua; y los recursos disponibles como la radiación solar y la velocidad del viento para ver si es factible su instalación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aliaga, S. (2014). *Sistema de abastecimiento de agua por presión constante y velocidad variable para el Hospital de Ventanilla – Callao*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos .
- Burbano, B. E., & Narvaez, R. A. (2021). *Evaluación de la prefactibilidad para la generación de energía eléctrica mediante la sinergia entre las energías eólica y almacenamiento por bombeo de agua en la isla San Cristóbal - Galápagos*. Universidad Central del Ecuador.
- Cajusol, S. R. (2019). *Dimensionamiento de un sistema híbrido eólico solar para el bombeo de agua en el fundo San Juan de Cayalti provincia de Chiclayo - Lambayeque* . Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo .
- Condori, R., Aquino, E. R., Chura, J. F., & Limachi, W. (2019). *Impacto Económico de la Tecnología Solar Fotovoltaica en la Extracción de Agua para consumo en las Comunidades Rurales del Altiplano Puneño*. Universidad Nacional de Juliaca .
- Gacitua, J. A. (2020). *Factibilidad técnico económica del uso combinado de bombeo de agua salada para una instalación minera y el sistema de enfriamiento de una central solar de concentración en el Norte de Chile*. Universidad de Chile.
- Huaraco, R. J. (2023). *Evaluación de las condiciones de instalación del sistema de bombeo con paneles fotovoltaicos para el abastecimiento de agua potable en el distrito de Atuncolla - Puno*. Universidad Nacional del Altiplano.



- Monsalve, J. A. (2016). *Evaluación del beneficio de una unidad de almacenamiento por bombeo en Colbún bajo requerimientos de riego*. Universidad de Chile.
- Perez, M. O. (2019). *Bombeo de agua del río Alameda con energía solar fotovoltaica para cultivar hortalizas en la Comunidad Campesina de Totorá - Jesús Nazareno - Huamanga - Ayacucho*. Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga.
- Puma, C. P., & Apaza, J. O. (2015). *Diseño y cálculo de un sistema de bombeo de agua, accionado por energía solar*. Universidad Andina Nestor Caceres velasquez .
- Quispe, M. A. (2020). *Diseño del sistema de bombeo para obtener servicio eficiente de agua potable en el distrito de Tres de Diciembre - Chupaca*. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Samaniego, M. G. (2013). *Evaluación de los sistemas de bombeo del acueducto río colorado Tijuana*. Universidad Autonoma de Baja California .
- Sosa, E. D. (2017). *Diseño del sistema de bomba solar utilizando bomba sumergible hibrido con variador de velocidad para la comunidad Quenafajja del Distrito de Acora Provincia de Puno*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Yancachajlla, U., Taipe, C. W., & Gallegos, J. R. (2019). *Estimación del Potencial Energético Eólico para la Ciudad de Juliaca, Perú*. Universidad Nacional de Juliaca .
- Ykeda, M. A. (1974). *Estudio de los sistemas de bombeo de agua potable de la ciudad de Trujillo*. Universidad Nacional de Ingeniería.



Zea, S. (2016). *Estudios y diseños planta de potabilización de agua Centro Agropecuario Marengo de la Universidad Nacional de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.



APÉNDICES

Apéndice 1. Matriz de consistencia

TÍTULO: PROPUESTA DE SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO SOLAR PARA REDUCIR COSTO DE BOMBEO DE AGUA EN EL SECTOR IRUCUYO DEL CENTRO POBLADO SICTA – VILQUECHICO, 2024				
Problemática	Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables
En el Perú en la mayoría de las zonas rurales y en zonas fuera de la ciudad no se tiene acceso a este recurso tan importante. Las zonas rurales donde no tiene acceso a la energía eléctrica para poder abastecerse de pozos. Y si algunos sectores tienen red de energía eléctrica este bombeo de agua representaría un costo donde los habitantes son de extrema pobreza. En el sector de Irucuyo no se cuenta con agua potable, debido a ello se realiza un sistema de bombeo que se deriva a un reservorio para el abastecimiento del sector, este también genera costo de energía eléctrica	Problema general ¿De qué manera se puede proponer un sistema híbrido eólico solar para reducir costo de bombeo de agua en el sector Irucuyo del centro poblado Sicta – Vilquechico, 2024?	Objetivo general Proponer sistema híbrido eólico solar para reducir costo de bombeo de agua en el sector Irucuyo del centro poblado Sicta – Vilquechico, 2024	Hipótesis general Si se propone un sistema híbrido eólico solar entonces se reducirá el costo de bombeo de agua	Independiente Sistema híbrido eólico -solar
	Problemas específicos P.E.1. ¿Cómo se puede determinar la demanda máxima de agua para abastecer en el sector Irucuyo del centro poblado Sicta – Vilquechico, 2024? P.E.2. ¿De que manera se puede aplicar método para características técnicas del sistema de bombeo de agua en el sector Irucuyo del centro poblado Sicta – Vilquechico, 2024? P.E.3. ¿Cómo se puede determinar análisis de costo para el sistema de bombeo de agua mediante sistema híbrido eólico solar del sector Irucuyo del centro poblado Sicta – Vilquechico, 2024?	Objetivos específicos O.E.1. Determinar la demanda máxima de agua para abastecer en el sector Irucuyo del centro poblado Sicta – Vilquechico, 2024 O.E.2. Aplicar método para características técnicas del sistema de bombeo de agua en el sector Irucuyo del centro poblado Sicta – Vilquechico, 2024 O.E.3. Determinar análisis de costo para el sistema de bombeo de agua mediante sistema híbrido eólico solar del sector Irucuyo del centro poblado Sicta – Vilquechico, 2024	Hipótesis específicas H.E.1. Si se determina la máxima demanda de agua entonces se podrá determinar el sistema de bombeo de agua en el sector Irucuyo H.E.2. Si se aplica el método entonces se podrá determinar las características del sistema de bombeo de agua para el sector Irucuyo del centro poblado Sicta – Vilquechico H.E.3. Si se realiza el análisis de costo con sistema híbrido eólico solar para el bombeo de agua en el sector Irucuyo entonces será factible	Dependiente Reducción de costo de bombeo de agua

Apéndice 2, Otros



HelioEsfera - Manual de mantenimiento

1.3.4 Caja de control IO 102 SQFlex



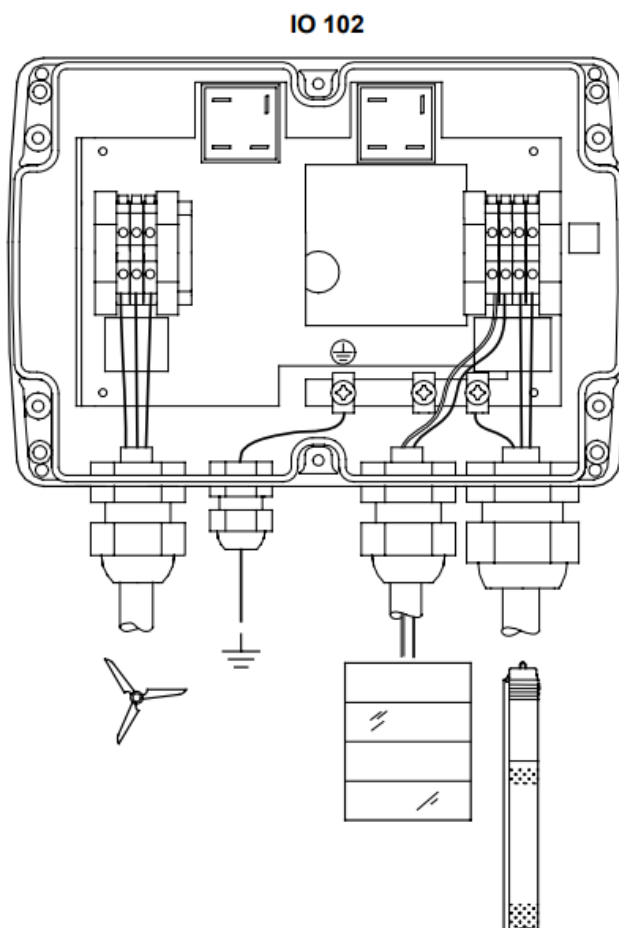
La IO 102 se puede utilizar en sistemas alimentados exclusivamente por energía eólica.

La caja de control IO 102 SQFlex permite:

- desconectar la tensión de alimentación de la bomba y
- parar las palas de la turbina eólica
- conectar módulos solares además de turbinas eólicas.
- La IO 102 es aplicable en sistemas SQFlex siempre que no se excedan las tensiones mencionadas abajo.

Datos técnicos:

- DC: máx. 225 V, PE
- AC: máx. 265 V, 50/60 Hz, PE.



Cableado interno (y externo) de la caja de control IO 102 SQFlex.



HelioEsfera - Manual de mantenimiento

1.3 Cajas de control y de conexiones

1.3.1 Unidad de control SQFlex CU 200

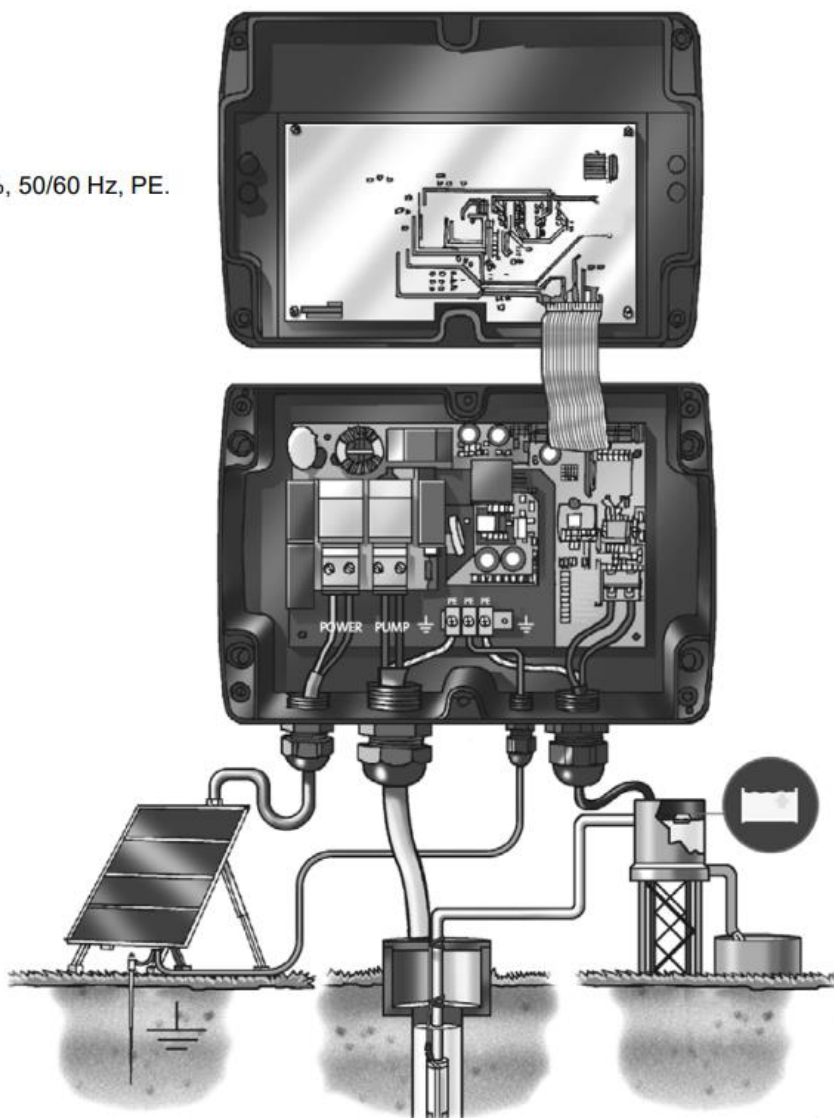


La unidad de control SQFlex CU 200 permite:

- monitorización del sistema basado en las señales de los sensores
- control del sistema basado en las señales de los sensores
- monitorización del funcionamiento de la bomba e indicación de alarmas.

Datos técnicos

- 30-300 VDC, PE.
 - 1 x 90-240 V -10%/+6%, 50/60 Hz, PE.
- Carga máxima: 100 mA.



**REPORTE DE IRRADIANCIA SOLAR Y VELOCIDAD DEL VIENTO DEL BASE DE DATOS NASA****Fecha (Mes/Día/Año):** 07/01/2023 A 08/31/2024**Ubicación:** Latitud -15.2442 Longitud -69.6573**Altitud:** 4258.34 metros

El valor de los datos de origen faltantes que no se pueden calcular o que están fuera del rango de disponibilidad de las fuentes: -999

Parámetros:Irradiación Solar (kWh/m²/día)

Presión atmosférica (kPa)

Velocidad del viento (m/s)

Año	Mes	Día	Irradiación Solar (kWh/m ² /día)	Presión Atmosférica (kPa)	Velocidad Del Viento (m/s)
2023	7	1	5.97	61.27	1.97
2023	7	2	5.93	61.23	1.93
2023	7	3	5.99	61.25	2.23
2023	7	4	6	61.31	2.51
2023	7	5	6	61.33	2.23
2023	7	6	6.04	61.23	2.13
2023	7	7	6.08	61.19	2.53
2023	7	8	6.03	61.23	2.48
2023	7	9	5.74	61.24	2.47
2023	7	10	5.89	61.23	2.54
2023	7	11	5.68	61.19	2.89
2023	7	12	6.07	61.14	3.28
2023	7	13	5.87	61.13	2.84
2023	7	14	5.83	61.13	2.11
2023	7	15	6.18	61.16	2.16
2023	7	16	5.97	61.21	2.04
2023	7	17	5.73	61.27	2.18
2023	7	18	6	61.38	2.53
2023	7	19	6.14	61.45	2.13
2023	7	20	6.25	61.41	2.74
2023	7	21	6.17	61.35	2.59
2023	7	22	6.06	61.31	2.32
2023	7	23	5.8	61.38	2.94
2023	7	24	6.07	61.36	1.86
2023	7	25	6.38	61.21	2.04
2023	7	26	6.49	61.17	2.37
2023	7	27	6.24	61.19	2.77
2023	7	28	5.75	61.29	3.18
2023	7	29	4.6	61.38	1.88
2023	7	30	5.5	61.4	2.02
2023	7	31	6.2	61.49	2.8
2023	8	1	6.22	61.46	1.82
2023	8	2	6.34	61.4	2.03
2023	8	3	6.15	61.38	2.52
2023	8	4	6.26	61.33	2.2



2023	8	5	5.96	61.29	2.64
2023	8	6	6.23	61.35	2.01
2023	8	7	6	61.43	1.73
2023	8	8	6.24	61.43	1.84
2023	8	9	6.43	61.38	1.7
2023	8	10	6.77	61.28	2.5
2023	8	11	5.87	61.23	2.67
2023	8	12	4.86	61.24	2.38
2023	8	13	5.42	61.2	2.05
2023	8	14	6.02	61.2	2.02
2023	8	15	6.39	61.21	2.36
2023	8	16	6.97	61.2	2.37
2023	8	17	6.85	61.15	1.89
2023	8	18	7.29	61.11	3.04
2023	8	19	7.26	61.13	2.54
2023	8	20	7.28	61.13	2.25
2023	8	21	7.14	61.18	2.02
2023	8	22	7.13	61.14	2.34
2023	8	23	7.1	61.14	2.36
2023	8	24	7.03	61.2	2.57
2023	8	25	6.97	61.24	2.41
2023	8	26	6.82	61.21	2.3
2023	8	27	6.97	61.24	1.8
2023	8	28	6.96	61.3	2.32
2023	8	29	7.17	61.33	2.88
2023	8	30	6.97	61.27	2.62
2023	8	31	6	61.25	2.74
2023	9	1	6.15	61.2	1.99
2023	9	2	6.06	61.13	2.47
2023	9	3	5.49	61.15	2.27
2023	9	4	7.56	61.32	3.16
2023	9	5	6.29	61.39	3.79
2023	9	6	4.76	61.32	2.27
2023	9	7	6.87	61.16	2.16
2023	9	8	7.7	61.2	2.04
2023	9	9	7.68	61.3	2.58
2023	9	10	7.35	61.35	3.87
2023	9	11	7.55	61.28	2.76
2023	9	12	6.88	61.17	1.47
2023	9	13	7.56	61.21	3.54
2023	9	14	7.66	61.27	1.84
2023	9	15	7.68	61.21	2.76
2023	9	16	7.71	61.16	3.48
2023	9	17	7.46	61.16	1.73
2023	9	18	6.85	61.18	2.34
2023	9	19	6.21	61.19	2.3
2023	9	20	6.67	61.2	3.72
2023	9	21	7.44	61.24	3.97



2023	9	22	7.38	61.24	3.91
2023	9	23	7.16	61.28	4.47
2023	9	24	7.51	61.29	4.22
2023	9	25	7.43	61.31	2.6
2023	9	26	7.19	61.24	2.84
2023	9	27	6.61	61.2	4.62
2023	9	28	7.58	61.17	2.94
2023	9	29	6.86	61.24	5.47
2023	9	30	6.34	61.31	4.34
2023	10	1	6.38	61.23	4.04
2023	10	2	7.42	61.12	3.05
2023	10	3	7.45	61.08	2.69
2023	10	4	7.25	61.18	4.23
2023	10	5	7.29	61.19	3.22
2023	10	6	7.05	61.24	3.11
2023	10	7	7.1	61.27	4.23
2023	10	8	7.99	61.25	3.72
2023	10	9	6.95	61.31	4.26
2023	10	10	7.66	61.35	4.09
2023	10	11	7.95	61.34	4.17
2023	10	12	7.41	61.35	4.12
2023	10	13	7.01	61.34	5.65
2023	10	14	7.43	61.37	4.97
2023	10	15	7.77	61.37	4.83
2023	10	16	7.62	61.3	4.76
2023	10	17	6.86	61.23	5.17
2023	10	18	6.09	61.25	5.01
2023	10	19	4.59	61.29	5.19
2023	10	20	5.44	61.33	5.66
2023	10	21	4.83	61.31	5.47
2023	10	22	6.91	61.3	4.56
2023	10	23	5.62	61.29	3.86
2023	10	24	6.56	61.26	4.3
2023	10	25	6.15	61.13	3.52
2023	10	26	7.21	61	3.2
2023	10	27	6.4	60.93	3.8
2023	10	28	7.48	60.94	2.63
2023	10	29	8.89	61	2.29
2023	10	30	8.92	61.04	2.57
2023	10	31	7.74	61.05	3.38
2023	11	1	7.64	61.01	2.91
2023	11	2	7.97	61.04	2.54
2023	11	3	7.29	61.11	4.97
2023	11	4	6.4	61.14	5.23
2023	11	5	7.52	61.13	4.91
2023	11	6	6.3	61.26	4.85
2023	11	7	6.42	61.32	5.99
2023	11	8	6.64	61.33	5.65



2023	11	9	5.43	61.24	6.18
2023	11	10	6.21	61.15	4.97
2023	11	11	6.71	61.14	3.32
2023	11	12	6.15	61.12	3.51
2023	11	13	7.64	61.14	3.63
2023	11	14	7.07	61.07	4.34
2023	11	15	6.41	61.19	1.58
2023	11	16	7.06	61.15	2.54
2023	11	17	7.22	61.16	3.09
2023	11	18	8.23	61.18	3.54
2023	11	19	6.78	61.17	3.65
2023	11	20	7.96	61.12	2.77
2023	11	21	7.3	60.99	2.43
2023	11	22	8.05	60.93	3.71
2023	11	23	7.44	61.06	4.98
2023	11	24	4.27	61.25	3.27
2023	11	25	5.42	61.12	4.88
2023	11	26	5.84	61.04	4.33
2023	11	27	6.15	61.11	2.18
2023	11	28	6.29	61.17	3.05
2023	11	29	6.54	61.06	4.43
2023	11	30	5.15	61.06	4.67
2023	12	1	5.1	61.14	1.67
2023	12	2	6.58	61.08	2.31
2023	12	3	7.2	61.06	2.28
2023	12	4	7.23	61.07	3.66
2023	12	5	5.93	61.14	2.89
2023	12	6	7.31	61.13	3.53
2023	12	7	7.73	61.21	4.7
2023	12	8	6.54	61.29	6.73
2023	12	9	7.24	61.24	4.55
2023	12	10	6.02	61.12	4.72
2023	12	11	6.6	61.11	4.29
2023	12	12	5.69	61.13	3.97
2023	12	13	5.6	61.08	4.28
2023	12	14	6.67	61.03	3.78
2023	12	15	5.61	61.14	2.93
2023	12	16	7.25	61.19	4.06
2023	12	17	6.65	61.19	2.7
2023	12	18	6.57	61.07	3.41
2023	12	19	6.84	61.06	2.51
2023	12	20	5.38	61.12	2.51
2023	12	21	7.69	61.22	3.66
2023	12	22	7.07	61.28	4.26
2023	12	23	8.19	61.31	3.49
2023	12	24	8.55	61.36	3.84
2023	12	25	8.59	61.39	3.38
2023	12	26	5.19	61.43	5.04



2023	12	27	7.51	61.3	4.38
2023	12	28	5.35	61.24	4.03
2023	12	29	5.7	61.27	3.54
2023	12	30	5.8	61.28	3.75
2023	12	31	5.62	61.22	3.22
2024	1	1	5.96	61.18	2.9
2024	1	2	5.23	61.13	3.35
2024	1	3	6.25	61.16	4.34
2024	1	4	7.08	61.24	3.55
2024	1	5	5.96	61.27	4.16
2024	1	6	8.8	61.25	4.02
2024	1	7	9.03	61.2	3.84
2024	1	8	8.74	61.22	3.61
2024	1	9	9.19	61.27	3.12
2024	1	10	8.83	61.2	3.47
2024	1	11	7.96	61.22	4.16
2024	1	12	6.83	61.25	4.18
2024	1	13	6.7	61.23	3.96
2024	1	14	6.55	61.24	4.02
2024	1	15	6	61.24	5.92
2024	1	16	7.21	61.24	3.47
2024	1	17	6.21	61.32	4.52
2024	1	18	6.42	61.31	3.21
2024	1	19	5.6	61.3	3.67
2024	1	20	6.2	61.28	4.14
2024	1	21	8.62	61.3	4.33
2024	1	22	7.31	61.32	4.13
2024	1	23	6.19	61.28	4.41
2024	1	24	5.77	61.21	2.12
2024	1	25	5.22	61.15	3.2
2024	1	26	6.9	61.23	3.84
2024	1	27	7.9	61.23	4.27
2024	1	28	8	61.22	3.9
2024	1	29	6.88	61.25	3.29
2024	1	30	6.17	61.27	3.34
2024	1	31	7.08	61.32	4.06
2024	2	1	8.27	61.37	4.66
2024	2	2	6.57	61.36	4.03
2024	2	3	8.04	61.28	4.16
2024	2	4	8.58	61.27	4.62
2024	2	5	8.17	61.25	4
2024	2	6	5.56	61.25	4.91
2024	2	7	5.68	61.23	3.64
2024	2	8	4.98	61.2	2.7
2024	2	9	7.39	61.23	2.12
2024	2	10	6.49	61.26	3.03
2024	2	11	5.15	61.23	2.3
2024	2	12	5.75	61.19	3.3



2024	2	13	5.19	61.28	4.12
2024	2	14	5.3	61.39	4.61
2024	2	15	6.47	61.41	4.44
2024	2	16	5.58	61.38	4.13
2024	2	17	6.5	61.32	3.48
2024	2	18	6.35	61.29	3.36
2024	2	19	4.48	61.24	3.18
2024	2	20	3.52	61.18	2.13
2024	2	21	5.26	60.99	3.04
2024	2	22	7.71	60.97	3.31
2024	2	23	5.42	61.09	3.72
2024	2	24	5.12	61.23	4.47
2024	2	25	5.15	61.32	4.88
2024	2	26	5.09	61.31	3.98
2024	2	27	6.45	61.22	4.5
2024	2	28	5.91	61.23	3.55
2024	2	29	5.89	61.27	3.88
2024	3	1	6.66	61.31	4.97
2024	3	2	6.79	61.32	4.84
2024	3	3	7.24	61.27	4.1
2024	3	4	5.72	61.22	4.31
2024	3	5	5.12	61.16	4.25
2024	3	6	5.45	61.16	4.28
2024	3	7	5.53	61.26	2.83
2024	3	8	5.24	61.31	3.53
2024	3	9	5.52	61.34	3.22
2024	3	10	4.22	61.37	3.38
2024	3	11	5.75	61.44	4.18
2024	3	12	7.64	61.46	3.12
2024	3	13	6.74	61.38	3.05
2024	3	14	6.57	61.37	3.6
2024	3	15	7.44	61.27	2.78
2024	3	16	6.22	61.21	2.84
2024	3	17	4.92	61.21	3.91
2024	3	18	5.92	61.19	3.3
2024	3	19	3.81	61.21	2.14
2024	3	20	7.17	61.15	1.85
2024	3	21	6.1	61.22	2.38
2024	3	22	2.9	61.3	3.81
2024	3	23	7.23	61.32	2.74
2024	3	24	7.71	61.25	2.58
2024	3	25	7.39	61.26	3.55
2024	3	26	6.23	61.23	3.66
2024	3	27	6.25	61.21	3.54
2024	3	28	6.93	61.29	2.83
2024	3	29	6.93	61.34	2.37
2024	3	30	6.59	61.3	2.62
2024	3	31	4.98	61.31	3.46



2024	4	1	6.48	61.29	2.9
2024	4	2	4.8	61.24	3.56
2024	4	3	6.3	61.22	2.95
2024	4	4	6.1	61.29	2.96
2024	4	5	6.99	61.4	3.59
2024	4	6	6.36	61.31	3.68
2024	4	7	6.44	61.26	3.51
2024	4	8	6.47	61.28	2.42
2024	4	9	6.43	61.24	3.45
2024	4	10	5.28	61.17	3.6
2024	4	11	5.45	61.21	2.23
2024	4	12	5.66	61.23	2.4
2024	4	13	6	61.14	2.57
2024	4	14	6.81	61.06	1.99
2024	4	15	7.34	61.11	1.55
2024	4	16	7.32	61.27	2.55
2024	4	17	6.22	61.37	2.62
2024	4	18	6.82	61.34	3.21
2024	4	19	6.48	61.32	3.01
2024	4	20	6.26	61.31	3.41
2024	4	21	6.61	61.32	2.83
2024	4	22	6.51	61.27	2.3
2024	4	23	6.61	61.34	3.27
2024	4	24	6.86	61.4	2.85
2024	4	25	6.94	61.37	3.29
2024	4	26	6.91	61.31	3.01
2024	4	27	6.99	61.26	3.05
2024	4	28	6.58	61.21	2.86
2024	4	29	5.97	61.25	2.07
2024	4	30	5.78	61.23	2.63
2024	5	1	4.59	61.21	2.23
2024	5	2	4.66	61.1	1.93
2024	5	3	3.24	61.14	1.22
2024	5	4	6.14	61.24	1.33
2024	5	5	6.12	61.32	2.2
2024	5	6	6.21	61.24	1.96
2024	5	7	5.7	61.18	2.66
2024	5	8	5.27	61.31	3.25
2024	5	9	6.36	61.36	4
2024	5	10	6.39	61.34	2.59
2024	5	11	6.46	61.31	2.02
2024	5	12	6.37	61.27	2.45
2024	5	13	5.75	61.29	2.6
2024	5	14	4.2	61.29	2.42
2024	5	15	5.47	61.21	1.41
2024	5	16	5.12	61.18	2.59
2024	5	17	4.7	61.25	2.49
2024	5	18	6.16	61.34	1.96



2024	5	19	5.99	61.32	2.24
2024	5	20	6.01	61.23	1.52
2024	5	21	6.26	61.23	2.24
2024	5	22	6.29	61.29	2.37
2024	5	23	6.27	61.31	2.19
2024	5	24	6.13	61.33	1.7
2024	5	25	6.15	61.3	2.89
2024	5	26	6.29	61.29	3.16
2024	5	27	6.37	61.31	1.89
2024	5	28	6.29	61.34	2.38
2024	5	29	6.2	61.38	2.17
2024	5	30	6.21	61.35	2.02
2024	5	31	6.16	61.36	2.37
2024	6	1	6.16	61.31	2.49
2024	6	2	6.16	61.35	2.31
2024	6	3	6.06	61.43	3.18
2024	6	4	6.03	61.37	2.12
2024	6	5	6.15	61.36	2.2
2024	6	6	6.23	61.37	2.66
2024	6	7	6.23	61.47	2.87
2024	6	8	6.2	61.45	1.97
2024	6	9	6.12	61.3	2.73
2024	6	10	5.96	61.25	2.59
2024	6	11	5.86	61.31	2.27
2024	6	12	5.83	61.29	2.39
2024	6	13	5.68	61.22	2.77
2024	6	14	5.97	61.24	2.21
2024	6	15	5.68	61.28	2.25
2024	6	16	5.24	61.24	2.14
2024	6	17	5.66	61.09	2.16
2024	6	18	5.56	60.98	1.79
2024	6	19	4.4	61.03	2.73
2024	6	20	3.54	61.14	2.86
2024	6	21	3.72	61.24	1.88
2024	6	22	5.95	61.27	2.09
2024	6	23	5.67	61.26	1.83
2024	6	24	5.67	61.28	2.39
2024	6	25	5.64	61.31	1.82
2024	6	26	5.67	61.34	2.02
2024	6	27	5.95	61.22	1.61
2024	6	28	5.96	61.18	2.39
2024	6	29	5.59	61.22	2.94
2024	6	30	5.63	61.2	2.14
2024	7	1	5.89	61.26	2.16
2024	7	2	5.77	61.3	2.32
2024	7	3	5.79	61.2	2.01
2024	7	4	5.77	61.15	1.7
2024	7	5	5.67	61.21	2.44



2024	7	6	5.04	61.26	2.98
2024	7	7	5.38	61.26	2.12
2024	7	8	5.69	61.14	3.76
2024	7	9	5.87	61.03	4.11
2024	7	10	5.92	60.89	4.62
2024	7	11	5.69	60.95	5.27
2024	7	12	5.67	-999	-999
2024	7	13	5.81	-999	-999
2024	7	14	5.84	-999	-999
2024	7	15	5.86	61.29	1.98
2024	7	16	5.83	61.38	1.79
2024	7	17	5.87	61.45	3.16
2024	7	18	5.92	61.38	2.37
2024	7	19	6.1	61.35	3.52
2024	7	20	6.06	61.31	4.41
2024	7	21	5.95	61.2	3
2024	7	22	5.28	61.25	3.71
2024	7	23	5.92	61.34	2.45
2024	7	24	5.98	61.41	2.54
2024	7	25	6	61.41	3.49
2024	7	26	6.05	61.33	2.37
2024	7	27	5.88	61.27	1.96
2024	7	28	5.83	61.29	1.84
2024	7	29	5.57	61.33	2.84
2024	7	30	5.97	61.26	1.98
2024	7	31	6	61.23	1.68
2024	8	1	5.91	61.22	1.91
2024	8	2	6.22	61.16	1.91
2024	8	3	6.2	61.1	2.12
2024	8	4	6.1	61.15	2.28
2024	8	5	5.42	61.2	2.8
2024	8	6	4.51	61.09	3.5
2024	8	7	6.17	61.05	3.33
2024	8	8	6.28	61.04	2.92
2024	8	9	6.21	61.18	2.05
2024	8	10	6.26	61.22	2.64
2024	8	11	6.43	61.23	2.59
2024	8	12	6.2	61.26	2.76
2024	8	13	6.34	61.25	2.87
2024	8	14	6.39	61.27	2.02
2024	8	15	6.4	61.33	3.18
2024	8	16	6.56	61.34	3.02
2024	8	17	6.48	61.31	3.02
2024	8	18	6.36	61.29	2.48
2024	8	19	6.19	61.29	3.33
2024	8	20	6.44	61.29	3.91
2024	8	21	6.64	61.24	3.52
2024	8	22	6.76	61.22	2.32



2024	8	23	6.68	61.26	2.3
2024	8	24	6.75	61.29	3.11
2024	8	25	6.65	61.35	2.41
2024	8	26	6.55	61.29	2.4
2024	8	27	6.83	61.29	2.72
2024	8	28	6.73	61.27	3.21
2024	8	29	6.85	61.3	3.48
2024	8	30	6.71	61.25	3.45
2024	8	31	6.54	61.25	4.55



ANEXO 1 FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 19-11-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: RENZO ZELA PACCARA

Dirección: Jr. GONZALES PRADA 1550

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: 932069299 email: RENZOZELA93@GMAIL.COM

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

Asesor: M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación ☐ Tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ Trabajo Académico ☐

Título: PROPUESTA DE SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO SOLAR PARA

REDUCIR COSTO DE BOMBEO DE AGUA EN EL SECTOR

IRUCUYO DEL CENTRO POBLADO SICTA - VILQUECHICO - 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): SISTEMA HÍBRIDO, BOMBEO DE AGUA, SOLAR EÓLICO

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1, 2}?

NO

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☒ Título ☐ 2da Especialidad ☐ Maestría ☐ Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- ☒ Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- ☐ Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- ☐ No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- ☒ Sí autorizo
- ☐ No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral. Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

☐ Internacional

☒ Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGIA E INGENIERIA MECANICA


Firma de Autor



huella digital

19 de NOVIEMBRE - 2025

Fecha