



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

TESIS

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

Diseño Y Evaluación Técnico- Económica De Un Sistema De
Bombeo Para Riego Agrícola En El Fundo Franciscos, Distrito
De Tumán, Departamento De Lambayeque

Autor:

Bach. José Anderson Campos Cárdenas

Asesor:

Msc. Carlos Javier Cotrina Saavedra

LAMBAYEQUE – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

TESIS

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

Diseño Y Evaluación Técnico- Económica De Un Sistema De
Bombeo Para Riego Agrícola En El Fundo Franciscos, Distrito
De Tumán, Departamento De Lambayeque

Autor:

Bach. José Anderson Campos Cárdenas

Aprobado por el Jurado Examinador

PRESIDENTE : Msc. Jony Villalobos Cabrera
SECRETARIO : Dr. Ing. James Skinner Celada Padilla
MIEMBRO : Ing. Hector Antonio Oviden Nuñez
ASESOR : Msc. Carlos Javier Cotrina Saavedra

LAMBAYEQUE - PERÚ

2025



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
TESIS


TITULO:


"DISEÑO Y EVALUACIÓN TÉCNICO- ECONÓMICA DE UN SISTEMA DE BOMBEO PARA RIEGO AGRÍCOLA EN EL FUNDO FRANCISCOS, DISTRITO DE TUMÁN, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"

CONTENIDOS


- CAPITULO I** : PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.
CAPITULO II : MARCO TEÓRICO.
CAPITULO III : MARCO METODOLÓGICO.
CAPITULO IV : PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN
CAPITULO V : ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.
CAPITULO VI : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Bach. JOSE ANDERSON CAMPOS CARDENAS


Msc. JONY VILLALOBOS CABRERA
PRESIDENTE


Dr. JAMES SKINNER CELADA PADILLA
SECRETARIO


Ing. HECTOR ANTONIO OLIDEN NUÑEZ
MIEMBRO


Msc. CARLOS JAVIER COTRINA SAAVEDRA
ASESOR

LAMBAYEQUE - PERÚ

2025



ACTA DE SUSTENTACION N°0145-2026-FIME



En la ciudad de Lambayeque, siendo las 09:00 a.m. del día Lunes 16 de febrero 2026. Se reunieron los miembros del jurado, designados mediante Resolución N°018-2026-D-FIME-UNPRG, de fecha 28 de enero 2026, con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación de la Tesis, conformado por los siguientes catedráticos:

- | | |
|---|------------|
| ▪ M.Sc. Ing. JONY VILLALOBOS CABRERA | PRESIDENTE |
| ▪ Dr. Ing. JAMES SKINNER CELADA PADILLA | SECRETARIO |
| ▪ ING. HÉCTOR ANTONIO OLIDEN NÚÑEZ | MIEMBRO |
| ▪ M.Sc. Ing. CARLOS JAVIER COTRINA SAAVEDRA | ASESOR |

Se recibió la Tesis titulada:

“DISEÑO Y EVALUACION TECNICO- ECONOMICA DE UN SISTEMA DE BOMBEO PARA RIEGO AGRICOLA EN EL FUNDO FRANCISCOS, DISTRITO DE TUMAN, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE”,

Presentada y sustentada por su autor, Bachiller: **CAMPOS CARDENAS JOSE ANDERSON**. Finalizada la sustentación de la Tesis, el sustentante respondió las preguntas y observaciones de los miembros del jurado examinador, quienes procedieron a deliberar y acordaron otorgar el calificativo de **APROBADO**, Nota (15) en la escala vigesimal, mención Regular. Quedando el sustentante apto para obtener el Título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, de acuerdo a la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente, de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 10:15 del mismo día se da por concluido el acto académico, firmando la presente acta el jurado respectivo:

M.Sc. Ing. JONY VILLALOBOS CABRERA
PRESIDENTE

ING. HECTOR ANTONIO OLIDEN NÚÑEZ
MIEMBRO

Dr. Ing. JAMES SKINNER CELADA PADILLA
SECRETARIO

M.Sc. Ing. CARLOS JAVIER COTRINA SAAVEDRA
ASESOR



ANEXO 01

CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD

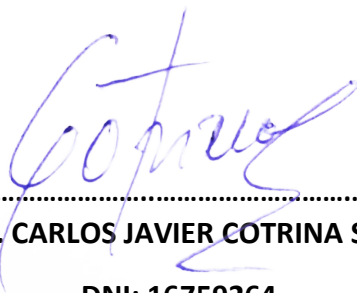
Yo, **M.Sc. Ing. Carlos Javier Cotrina Saavedra**, usuario revisor del documento titulado: **“DISEÑO Y EVALUACION TECNICO- ECONOMICA DE UN SISTEMA DE BOMBEO PARA RIEGO AGRICOLA EN EL FUNDO FRANCISCOS, DISTRITO DE TUMAN, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE”**

Cuyo autor es, **Campos Cardenas Jose Anderson**, identificado con documento de identidad **N° 74084053** declaro que la evaluación realizada por el Programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud de **15%**, verificable en el Resumen de Reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque 20 de febrero del 2026



.....
M.SC. ING. CARLOS JAVIER COTRINA SAAVEDRA

DNI: 16759264

ASESOR

Se adjunta:

*Resumen del Reporte automático de similitudes

*Recibo Digital

REVISION DE TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

8%

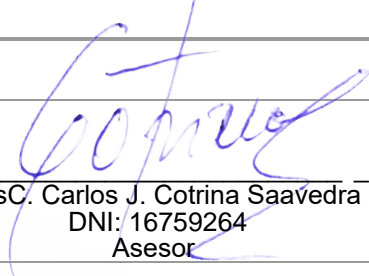
TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet


MsC. Carlos J. Cotrina Saavedra
DNI: 16759264
Asesor

4%

2

repositorio.unprg.edu.pe

Fuente de Internet

4%

3

Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola

Trabajo del estudiante

1%

4

www.coursehero.com

Fuente de Internet

1%

5

Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

Trabajo del estudiante

1%

6

autosolar.es

Fuente de Internet

1%

7

Submitted to Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC

Trabajo del estudiante

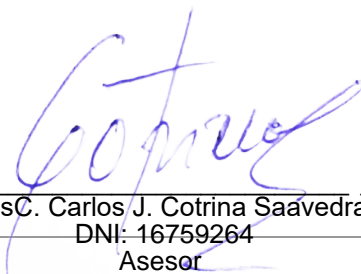
1%

8

repositorio.continental.edu.pe

Fuente de Internet

<1%


MSc. Carlos J. Cotrina Saavedra
DNI: 16759264
Asesor

9	hrudnick.sitios.ing.uc.cl Fuente de Internet	<1 %
10	www.trace-software.com Fuente de Internet	<1 %
11	Submitted to Integración Blackboard Trabajo del estudiante	<1 %
12	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to UNIBA Trabajo del estudiante	<1 %
14	autosolar.pe Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	cariari.ucr.ac.cr Fuente de Internet	<1 %
17	voltaika.net Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	uvadoc.uva.es Fuente de Internet	<1 %
20	SALLQA PACHA PERU S.A.C.. "DIA del Proyecto Planta de Valorización de Residuos Sólidos de	<1 %

Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)- IGA0015933", R.D. N° 00054-2021-SENACE- PE/DEIN, 2022

Publicación

21

autosolar.co

Fuente de Internet

<1 %

22

repositorio.comillas.edu

Fuente de Internet

<1 %

23

Submitted to Universidad Andina Nestor
Caceres Velasquez

Trabajo del estudiante

<1 %

24

Submitted to Universidad Tecnologica del
Peru

Trabajo del estudiante

<1 %

25

Submitted to Universidad del Rosario

Trabajo del estudiante

<1 %

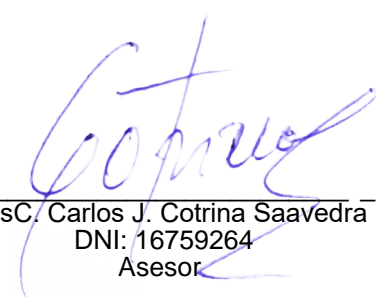
Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo


MsC. Carlos J. Cotrina Saavedra
DNI: 16759264
Asesor





Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Jose Anderson Campos Cardenas
Título del ejercicio: REVISION DE TESIS
Título de la entrega: REVISION DE TESIS
Nombre del archivo: TESIS_ACTUALIZADA_2025_JOSE_CAMPOS_V2.pdf
Tamaño del archivo: 6.6M
Total páginas: 111
Total de palabras: 14,705
Total de caracteres: 82,902
Fecha de entrega: 19-feb-2026 05:34p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2522156227

 **UNIVERSIDAD NACIONAL**
"PEDRO RUIZ GALLO" 
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
TESIS
Para Optar el Título Profesional de:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

Diseño Y Evaluación Técnico- Económica De Un Sistema De
Bombeo Para Riego Agrícola En El Fundo Franciscos, Distrito
De Tumbán, Departamento De Lambayeque

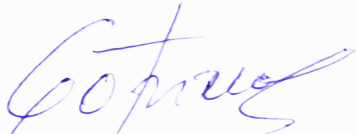
Autor:

Bach. José Anderson Campos Cárdenas

Asesor:

Msc. Carlos Javier Cotrina Saavedra

LAMBAYEQUE - PERÚ
2025


MsC. Carlos J. Cotrina Saavedra
DNI: 16759264
Asesor

DEDICATORIA

Especial dedicatoria para las dos mujeres que han sido pilares en mi vida, mi madre Manuela Cárdenas Rubio y mi abuela Isolina Rubio Campos, que por cosas de la vida no pueden gozar de todo este esfuerzo convertido en realidad al dar un gran paso, para lograr ser un profesional, un abrazo hasta el cielo.

A Dios quien siempre estuvo cuidándome, y dándome la fortaleza y valor para continuar.

A mi padre José Antonio Campos Mejía, hermana Sindy Noelia Campos Cárdenas, tía Roxana Cárdenas Rubio y novia Araid Díaz Fernández, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes, me formaron con reglas y valores, su motivación constante es la que me ha llevado a ir logrando cada uno de mis anhelos.

A todos los familiares que contribuyeron con su granito de arena, porque siempre creyeron que lo lograría.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Carlos Javier Cotrina

Saavedra, admiración, reconocimiento y

gratitud por sus conocimientos brindados,

y sobre todo el apoyo incondicional para la

elaboración de este proyecto de tesis.

A la Universidad Nacional Pedro Ruiz

Gallo por la formación académica.

A todos los docentes de la Facultad de

Ingeniería Mecánica y Eléctrica, por sus

consejos, enseñanzas y conocimientos,

Y a todos mis seres queridos que estuvieron

conmigo durante el proceso.

RESUMEN

La investigación fue realizada en el Fundo Franciscos, ubicado afueras del distrito de Tután, provincia y departamento de Lambayeque, perteneciente al Señor Juan Coveñas Juárez dedicado por afición a la siembra y cosecha de especies agrícolas, siendo afectado debido al incremento del costo de combustible, y el servicio eléctrico inexistente en la zona, requiriendo una opción alternativa, la cual es motivo de este proyecto.

El dimensionamiento de nuestro sistema de Bombeo Solar Fotovoltaico empezó por visitar las instalaciones actuales, empleando como medio de apoyo de recolección de datos una encuesta dirigida al dueño del predio, constatando la veracidad del mismo y contemplar los espacios para los equipos de nuestro sistema fotovoltaico, hallando la irradiación solar en la zona mediante el análisis Weibull para el cual se recolectaron datos de irradiación cada hora desde las 7 a.m. hasta las 6 p.m, cada dos días durante dos meses en el cual obtuvimos la irradiación media de $5,55 \text{ kW.h/m}^2$, caudal diario necesario para el riego de las 2 hectáreas de maíz amarillo, es de $85,8 \text{ (m}^3/\text{día)}$ donde calculamos una Bomba sumergible Pedrollo 4SR75Gm/15 – 1,1 kW, capaz de satisfacer las necesidades hídricas del Fundo Franciscos y un Controlador Bombeo Solar 220 V INVT 1,5 kW, y los 7 Paneles Solares 400W PERC Monocristalino ERA conectados en serie.

El proyecto es económicamente viable con un VAN de S/9 267,90 en una tasa de 15% ideada a un plazo de 20 años, TIR de 21% mayor a cualquier tasa de interés en entidades financieras a nivel nacional, con una inversión inicial de S/28 155,05.

Palabras Clave: Bombeo Solar Fotovoltaico, Paneles Solares, Radiación, Caudal, Combustible.

ABSTRACT

The research was conducted in the Franciscos Farm, located outside the district of Tuman, province and department of Lambayeque, belonging to Mr. Juan Coveñas Juárez dedicated by hobby to planting and harvesting of agricultural species, being affected due to the increased cost of fuel, and the non-existent electricity service in the area, requiring an alternative option, which is the reason for this project.

The sizing of our Photovoltaic Solar Pumping system began by visiting the current facilities, using as a means of data collection support a survey to the owner of the property, verifying the veracity of the same and contemplate the spaces for the equipment of our photovoltaic system, finding the solar irradiation in the area through the Weibull analysis for which irradiation data were collected every hour from 7 a. m to 6 p.m., every two days for two months in which we obtained the average irradiation of 5,55 kW.h/m², daily flow necessary for the irrigation of the 2 hectares of yellow corn, is 85,8 (m³/day) where we calculated a Pedrollo 4SR75Gm/15 – 1,1 kW, capable of meeting the water needs of Fundo Franciscos and a Solar Pumping Controller 220 V INVT 1,5 kW, and the 7 Solar Panels 400W PERC Monocrystalline ERA Monocrystalline connected in series.

The project is economically viable with an NPV of S/9 267,90 at a rate of 15% at a term of 20 years, IRR of 21% higher than any interest rate in financial institutions nationwide, with an initial investment of S/28 155,05.

Key words: Photovoltaic Solar Pumping, Solar Panels, Radiation, Flow, Fuel.

ÍNDICE

DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
RESUMEN	VI
ABSTRACT.....	VII
ÍNDICE.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
INTRODUCCIÓN	12
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
1.1. Realidad Problemática.....	13
1.1.1. A nivel internacional	13
1.1.2. A nivel nacional.....	13
1.1.3. A nivel local.....	13
1.2. Formulación del Problema	14
1.3. Delimitación de la investigación	14
1.3.1. Delimitación espacial	14
1.3.2. Delimitación temporal	17
1.4. Justificación e Importancia del estudio	17
1.4.1. Justificación Ambiental	17
1.4.2. Justificación Económica	17
1.4.3. Justificación Científica	17
1.5. Limitaciones de la Investigación.....	18
1.6. Objetivos de estudio	18
1.6.1. Objetivo General.....	18
1.6.2. Objetivo Específicos.....	18
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes de Estudios.....	19
2.1.1. A nivel Internacional	19
2.1.2. A nivel Nacional	20
2.1.3. A nivel Local	21
2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema desarrollado.....	22
2.2.1. Energía solar	22

2.2.2. Generador fotovoltaico	24
2.2.3. Distribución de Weibull.....	32
2.2.4. Sistema de bombeo fotovoltaico.....	32
2.2.5. Viabilidad económica de proyectos.....	34
2.3. Definición conceptual de la terminología empleada.	36
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO	38
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	38
3.2. Población y muestra	38
3.3. Hipótesis.....	38
3.4. Técnicas de investigación y materiales	40
3.4.1. Técnicas	40
3.4.2. Equipos y Materiales	41
3.5. Análisis Estadístico e interpretación de los datos	41
CAPITULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN	42
4.1. Descripción del sistema propuesto	42
CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	43
5.1. Irradiación solar en el fundo Franciscos	43
5.1.1. Determinación de Parámetros de Weibull:	44
5.2. Cálculo de la cantidad de agua promedio diaria para el riego.	49
5.3. Cálculo de los equipos del sistema de bombeo	50
5.3.1. Cálculo Régimen de Bombeo (Q):	50
5.3.2. Cálculo Carga Estática (C_e):	50
5.3.3. Cálculo del tendido de la tubería:	51
5.3.4. Cálculo de la tubería total (RT):	51
5.3.5. Pérdidas de Carga en las tuberías (P_{ct}):	51
5.3.6. Cálculo Dinámico (C_d):.....	51
5.3.7. Dimensionamiento de la Bomba Sumergible:	52
5.3.8. Selección de Bomba Sumergible:	52
5.3.9. Selección de Controlador de Bombeo Solar:.....	54
5.3.10. Demanda Energética:.....	55
5.3.11. Calculo y selección de paneles fotovoltaicos:	55
5.3.12. Dimensionamiento del Tanque de Almacenamiento:.....	58
5.3.13. Calculo y selección de conductos eléctricos y protecciones:	59
5.4. Estudio económico de la propuesta.	66
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74

6.1. Conclusiones	74
6.2. Recomendaciones.....	75
REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS.....	76
ANEXOS.....	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de paneles fotovoltaico recomendados	25
Tabla 2 Clases de células fotovoltaicas.....	31
Tabla 3 Datos de Irradiación Solar Obtenidos en el Fundo Franciscos	43
Tabla 4 Distribución Acumulada y Distribución de Frecuencias	44
Tabla 5 Valores para Ecuación de la Recta.....	45
Tabla 6 Valores de Radiación Media, Gamma para diferentes Valores β	47
Tabla 7 Datos del Requerimiento de Riego para Maíz Amarillo Duro.	49
Tabla 8 Consumo de agua diaria en la etapa de Llenado de Grano maíz amarillo – Riego por gravedad.....	49
Tabla 9 Características Controlador de Bombeo Solar 220 V INVT 1.5 kW.....	54
Tabla 10 Características Panel Solar 330W 24V Policristalino ERA.....	55
Tabla 11 Características Panel Solar 400W PERC Monocristalino ERA.	57
Tabla 12 Datos Técnicos NH – 80	63
Tabla 13 Relación entre los Conductores Activos y de Protección.	63
Tabla 14 Conductores Activos y de Protección.	64
Tabla 15 Protección Asignada a cada Tramo.....	64
Tabla 16 Costos del Proyecto	66
Tabla 17 Costo Total del Proyecto.....	68
Tabla 18 Depreciación de Equipos	70
Tabla 19 Flujo de Caja Proyectada a 20 años.	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Motobomba de 9 HP que se utiliza para el riego	14
Figura 2 En el distrito de Tumán	15
Figura 3 En el Fundo Franciscos	15
Figura 4 Ubicación del Fundo Franciscos	16
Figura 5 Horas sol pico	23
Figura 6 Asociación de PFV	24
Figura 7 Estructura fija para paneles fotovoltaicos	26
Figura 8 Orientación de un panel fotovoltaico	26
Figura 9 Distancia mínima entre filas de paneles fotovoltaicos	27
Figura 10 Conexión de paneles en serie	28
Figura 11 Conexión de paneles en paralelo	28
Figura 12 Conexión de paneles en serie – paralelo	29
Figura 13 Curva característica I-V de la célula solar.....	30
Figura 14. Efecto Fotovoltaico	31
Figura 15. Variaciones del análisis de weibull según su tipo de falla	32
Figura 16. Sistema de Bombeo Solar Fotovoltaico	34
Figura 17. VAN y TIR.....	36
Figura 18. Entrevista al señor: Juan Coveñas Juárez.....	40
Figura 19. Comportamiento Durante los días de Medición de la Irradiación Solar en el Fundo Franciscos	44
Figura 20. Distribución Acumulada.....	45
Figura 21. Distribución de Frecuencias	45
Figura 22. Grafica del Ajuste Lineal - Recta	46
Figura 23. Sistema de Bombeo Solar Fotovoltaico con Datos obtenidos en Campo.	50
Figura 24. Bomba Sumergible Pedrollo 4SR75Gm/15	52
Figura 25. Curva Características de la Bomba Sumergible Pedrollo 4SR75Gm/15	53
Figura 26. Caídas de Tensión Máximas Permitidas en un Sistema Fotovoltaico.....	59
Figura 27. Conductividad del cable según aislante.....	60
Figura 28. Fusible 15 A 1000VDC 10x38.....	65
Figura 29. Cotización de Equipos.....	67

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se refiere a la realización del estudio de viabilidad técnica económica para poner en marcha un sistema de bombeo fotovoltaico en el fundo Franciscos ubicado en el distrito de Tután, provincia y departamento de Lambayeque. Es necesario mencionar que actualmente el sistema de bombeo es mediante una bomba accionada por un motor de combustión.

Los sistemas de bombeo de agua utilizando energías renovables es una alternativa que se viene utilizando sobre todo en aquellos lugares aislados y que tiene un beneficio adicional que es el de conservar el medio ambiente.

Para llevar a cabo el estudio se ha estructurado en 6 capítulos:

Capítulo I: Se refiere a la realidad problemática donde se indica la problemática a nivel internacional, nacional y local.

Capítulo II: “Marco Teórico” se redacta la base teórica, definiciones que son necesarias para comprender el tema abordado.

Capítulo III: “Marco metodológico” Donde se indica las técnicas aplicadas y los instrumentos de recopilación de información y para su posterior análisis.

Capítulo IV: “Propuesta de investigación” frente a la problemática descrita en el capítulo I se presenta la alternativa de solución propuesta.

Capítulo V: “Análisis e interpretación de los resultados” en este capítulo es donde se realizan los cálculos que justifican la selección de equipos, así como el estudio económico de la propuesta. Por último, en el Capítulo VI, se presentan las conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Realidad Problemática

1.1.1. A nivel internacional

Según el diario Gestión (2021) indica “no podemos con conciencia continuar dependiendo de los **combustibles fósiles**, cuando sabemos que existen efectos tan severos en la salud y alternativas viables y más limpias”.

1.1.2. A nivel nacional

Según el estudio realizado por la PUCP (2011) “El aire de la ciudad de Lima Metropolitana se encuentra entre los más contaminados de Latinoamérica.

De acuerdo con la página web Deltavolt (2021) indica las desventajas de utilizar un sistema de riego con motobomba: “El combustible diésel cuesta mucho más transportar y almacenar que en la estación de servicio. Gastos de mantenimiento del grupo, cambios de aceite y filtros, etc. aumentan los costos cuando el mantenimiento es frecuente.”.

1.1.3. A nivel local

En el fundo Francisco propiedad de Juan Coveñas Juárez, ubicado en el distrito de Tuman, departamento de Lambayeque; se tiene 2 hectáreas de terreno en donde se siembra maíz para luego ser comercializado. Con respecto al riego se utiliza una motobomba de 9 HP, el cual genera un gasto de 7 299 soles (compra de combustible para la motobomba, transporte del combustible hasta el terreno y mantenimiento) y por ello busca alternativas para poder reducir dichos gastos y con ello mejorar su economía.

Figura 1
Motobomba de 9 HP que se utiliza para el riego



1.2. Formulación del Problema

¿De qué manera se logrará satisfacer la demanda de agua para riego mediante un sistema de bombeo fotovoltaico en el fundo Franciscos, ubicado en el distrito de Tumán, departamento de Lambayeque?

1.3. Delimitación de la investigación

1.3.1. Delimitación espacial

El fundo Franciscos se encuentra ubicado en el anexo de Tumán San José, cerca de la carretera de Tumán a Picsi en las siguientes coordenadas: Latitud: -6.7264986; Longitud: -79.7465721

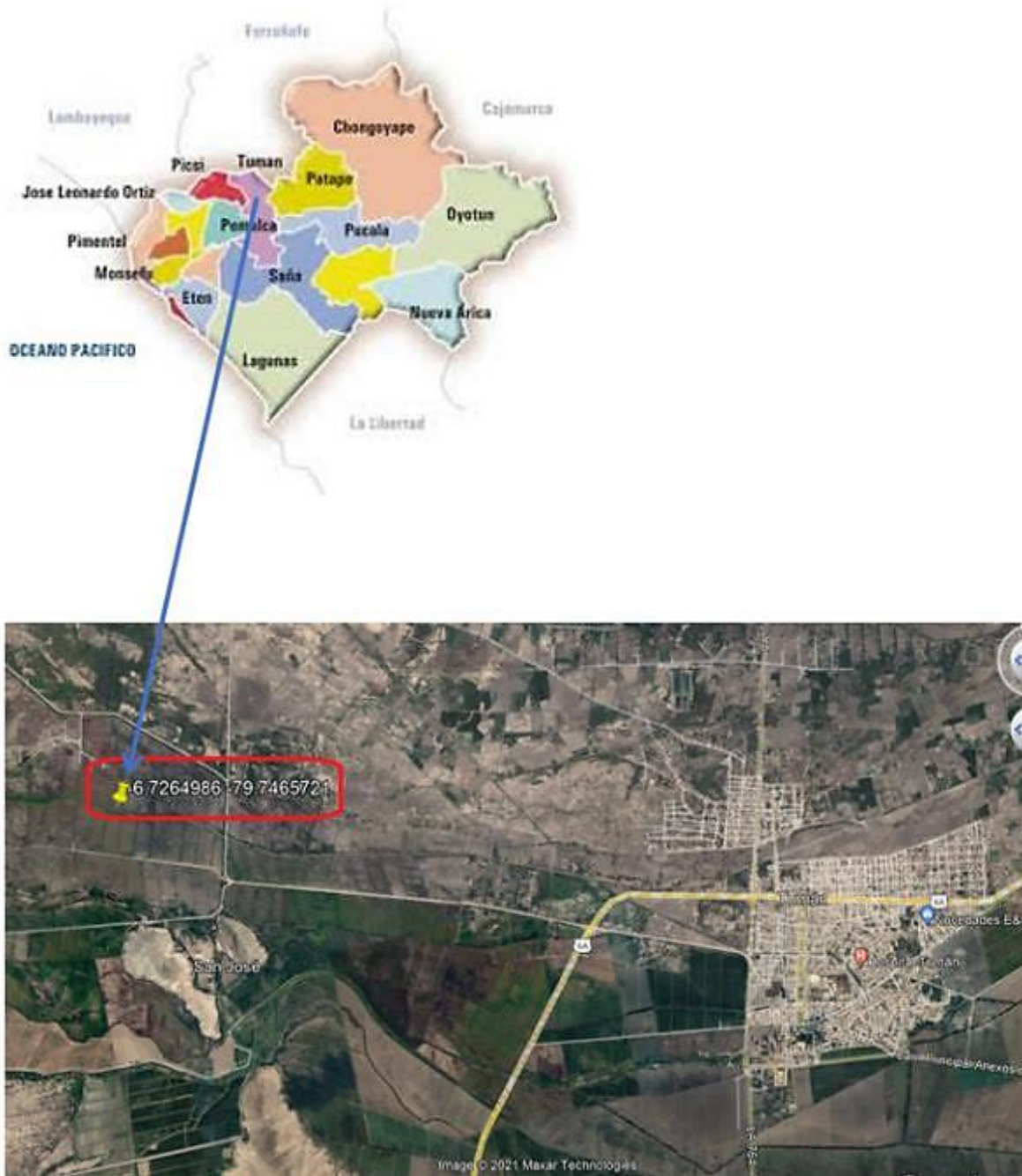
Figura 2
En el distrito de Tumán



Figura 3
En el Fundo Franciscos



Figura 4
Ubicación del Fundo Franciscos



Nota: Ubicación del fundo franciscos desde coordenadas. De “Google Earth”

1.3.2. Delimitación temporal

06 meses.

1.4. Justificación e Importancia del estudio

La utilización de sistemas de bombeo fotovoltaico en proyectos agrícolas representa no solo una aplicación novedosa de la tecnología sino, además, una solución necesaria. De esta forma, el presente proyecto de ingeniería propone la aplicación de un sistema de bombeo fotovoltaico aislado para riego agrícola en la propiedad del señor Juan Coveñas Juárez, y se encuentra justificado en los siguientes aspectos:

1.4.1. Justificación Ambiental

Reducir el impacto ambiental negativo debido al uso de los combustibles fósiles. Según Osinergmin (2009) “los proyectos a desarrollarse utilizando energías renovables, que tienden a mejorar la calidad de vida de la población y proteger el medio ambiente” (Osinergmin, 2009, pág. 4).

1.4.2. Justificación Económica

De ser viable el sistema propuesto se obtendrán ahorros en favor del señor Juan Coveñas Juárez, mejorando así su economía.

1.4.3. Justificación Científica

Impulsar la utilización de la energía solar fotovoltaica con la finalidad de aplicarlo a sistemas de bombeo de agua para riego agrícola.

1.5. Limitaciones de la Investigación

Los datos de irradiación solar fueron obtenidos mediante el análisis Weibull para el cual se recopilaron datos de irradiación cada hora desde las 7 a.m. hasta las 6 p.m., cada dos días durante dos meses.

1.6. Objetivos de estudio

1.6.1. Objetivo General

Realizar el diseño y evaluación Técnico-Económica de un sistema de bombeo para riego agrícola en el fundo Franciscos, ubicado en el distrito de Tumán, departamento de Lambayeque.

1.6.2. Objetivo Específicos

- a) Determinar la irradiación solar en el Fundo Franciscos, ubicado en el distrito de Tumán, departamento de Lambayeque.
- b) Calcular la cantidad de agua promedio diaria para el riego.
- c) Calcular y seleccionar los equipos del sistema de bombeo.
- d) Realizar el estudio técnico-económico de la propuesta de diseño.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de Estudios

2.1.1. A nivel Internacional

Colombia

Hospital y Gonzales (2021) en su tesis “Diseño de un sistema de bombeo alimentado por energía solar fotovoltaica en la zona de cundinamarca” indican que: la “potencia que requiere la bomba para el sistema y se selecciona una bomba y motor sumergible comercial de 15 HP, esto con el fin de cumplir con las necesidades y requerimientos que demanda el proyecto, en cuanto a caudal y altura” (pág. 75). Además, los autores indican que “se detalló el consumo energético total del sistema de bombeo y se observa que se requiere de 50 424,75 W diarios” (Hospital & Gonzales, 2021, pág. 75).

España

Calero Lara (2023) en su tesis “Metodología de la adaptación de la oferta y demanda de potencia en sistemas de riego a presión constante alimentados con sistemas fotovoltaicos” indica que: “Los resultados de la gestión de la oferta y demanda de potencia han mostrado que la eficiencia del uso de la energía está entre el 27,1% y 33,3% anual, con bombas de potencias de 30 a 55 kW y con un generador fotovoltaico de 38,25 kWp. El ahorro de emisiones de CO2 por el no uso de la electricidad de la red de distribución asciende a valores entre 5,0 y 6,2 toneladas al año.” (Calero Lara, 2023, pág. 03)

Ecuador

Chamba y Oyaque (2022) en su tesis “Análisis y diseño fotovoltaico para un sistema de riego ubicado en el cantón mocache” indica que: “Durante el estudio fotovoltaico para alimentar el

sistema de riego se realiza pensando en la economía del beneficiario, por ende permitirá al propietario perder la menor cantidad posible de cosecha y de esta manera evitamos utilizar la gasolina como combustible principal de energía.” (Chamba & Oyaque, 2022, pág. 34)

2.1.2. A nivel Nacional

Puno

Málaga (2023) en su tesis “Diseño De Un Sistema De Bombeo Hídrico Alimentado Por Energía Fotovoltaica Para Riego Por Aspersión En 30 Hectáreas Del Centro Experimental “La Raya” - Una Puno” indica que: “La inversión del proyecto del sistema de bombeo hídrico alimentado por energía solar es de S/. 219 202,62, con un financiamiento bancario a un interés de 12%, con la condición de pagar anualmente y el costo de mantenimiento del sistema de bombeo fotovoltaico anual correspondiente es de S/. 4 500 nuevos soles; el tiempo de vida útil del proyecto es de 20 años; donde el tiempo de recuperación es de 5 años y 9 meses, a partir del año que se inicia a observar las ganancias. (Malaga Paucar, 2023, pág. 140)

Ica

Ramírez (2024) en su tesis “Diseño de un sistema de generación fotovoltaico para el proceso productivo de una huerta de media hectárea de hortalizas en el distrito los aquijes-Ica” indica que: “Para la elección de electrobomba se tuvo que realizar cálculos de sus pérdidas por fricción como también sus pérdidas por accesorios, luego se seleccionó la electrobomba teniendo como resultado una electrobomba que cumple con el desplazamiento de 55 m³ /día a una altura manométrica de 24 metros y una longitud de tubería de 37 metros, así mismo cumple con el regado de la media hectárea de hortalizas. (Ramirez Quispe, 2024, pág. 71)

Arequipa

Ranilla (2023) en su tesis “Diseño de una estación de riego tecnificado utilizando energía solar, para el cultivo de paltas en el valle de chilina, Arequipa” indica que: “Para abastecer a todo el Sistema de Riego, con emisores de goteo de 26 litros / hora que logran su función total

en el área de riego destinada con las distancias calculadas para cada etapa del cultivo de paltas. Se logró obtener en el Diseño agronómico una eficiencia del 90 %, con 4 horas máximas de riego que sería diario sin intervalos de paro. Lo cual el fluido hídrico será trasladado por medio de tuberías de PVC de 55,4 mm (2 pulgadas), la selección del motor eléctrico, las condiciones del todo el circuito eléctrico de alimentación de energía y los amperios-kW de energía eléctrica entregada, tanto de la red principal y de la transformación energía solar – eléctrica. Se obtiene la potencia de 5 KW para el inversor, 16 módulos de paneles solares que logran abastecer todo el Sistema eléctrico de funcionamiento del Riego tecnificado por goteo”. (Ranilla Carbajal, 2023, pág. 139)

2.1.3. A nivel Local

Chongoyape

Ocampo (2020) en la tesis titulada: “Viabilidad técnica y económica de un sistema de bombeo de agua utilizando energía solar en el fundo Manto de Cristo perteneciente al sector Chaparri distrito de Chongoyape provincia de Chiclayo – Lambayeque”. El autor indica que para las 3 hectáreas de limón se requiere de 110,14 m³/día.

El cálculo de evaluación económica indica que la propuesta es viable pues el VAN es de: S/. 167 362,72 > 0 y la TIR = 22 % >15 %, calculado para una tasa de descuento del 15%. (Ocampo, 2020, pág. 85)

Olmos

Quiroz Zamora (2023) en la tesis titulada: “Sistema de riego tecnificado utilizando energía solar fotovoltaica en el fundo franklin, distrito de Olmos, provincia y departamento de Lambayeque”. El autor indica: el análisis económico y financiero realizado para determinar la rentabilidad del proyecto se tiene un VAN de S/. 82 576,92 soles a una tasa del 12,3% (tasa de interés bancario mínima) en un horizonte cuya duración es de 20 años contando con el

indicador TIR de 47,65% haciendo económicamente viable al presente proyecto. (Quiroz Zamora, 2023, pág. 138)

Oyotún

Castañeada (2025) en su tesis “Diseño de sistema de bombeo fotovoltaico para disminuir gastos de riego en la parcela Gramadal y el Palmo Oyotún”. El autor indica: la demanda hídrica de la parcela de 4,7 hectáreas con una demanda de 2 820 m³, para este se diseñó una sistema de bombeo para una bomba de riego de 60 hp con un campo solar de 6 x 16 de 128 paneles de 545 Wp, teniendo un presupuesto de S/ 184 469,40 se utilizó como ingreso para el proyecto todos los ahorros que se generarían con la aplicación del mismo estableciendo este ahorro como utilidad el proyecto en un total de S/ 7 444,19. Por sí solo el proyecto no puede ser rentable por lo que se buscó un financiador siendo este El Ministerio de Agricultura con su programa PC el cual tendría que aportar el 76% de la inversión inicial para que rinda evaluadores económicos VAN y TIR rentables de S/ 3 363,14 y 11% respectivamente a una tasa de interés del 10%. (Castañeada Quesquen, 2025, pág. 10)

2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema desarrollado

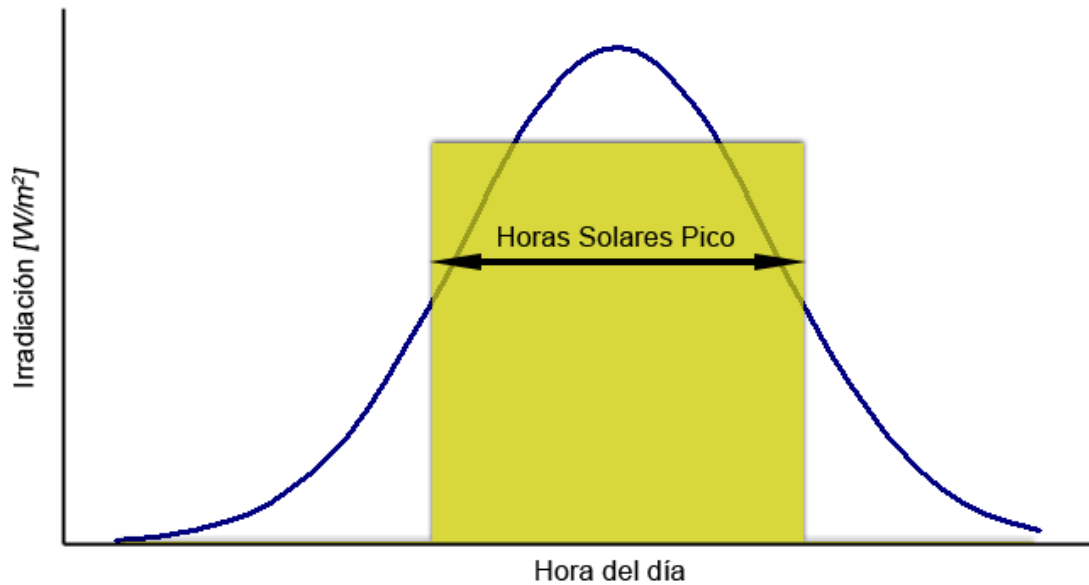
2.2.1. Energía solar

Osinermin (2019) define que la energía solar “es un tipo de energía renovable que se obtiene luego de la captación de radiaciones electromagnéticas provenientes del sol. Esta puede provocar reacciones químicas o generar electricidad” (pág. 24).

2.2.1.1. Horas solar pico

Según De La Matta Díaz & Meza Cáceres (2014): “Se puede definir como el número de horas en que disponemos de una hipotética irradiancia solar constante de 1 000 W/m²” (pág. 37).

Figura 5
Horas sol pico



Nota: Variación de horas solar pico durante 24hrs. De “Cómo funciona el bombeo solar directo” por (Autosolar, 2022).

En la figura se observa que la irradiación solar es variable a lo largo del día, sería interesante si la irradiancia fuera constante tal como se muestra en la figura pues en este caso dejaría de tener la forma de campana para pasar a tener la forma de una superficie rectangular; teniendo en cuenta que los datos de los paneles fotovoltaicos se dan para una irradiación de 1 kW/m^2 , entonces se puede obtener un área equivalente rectangular considerando la altura 1 kW/m^2 , el número de horas equivalente (base) serían las horas sol pico.

2.2.1.2. Irradiación e irradiancia

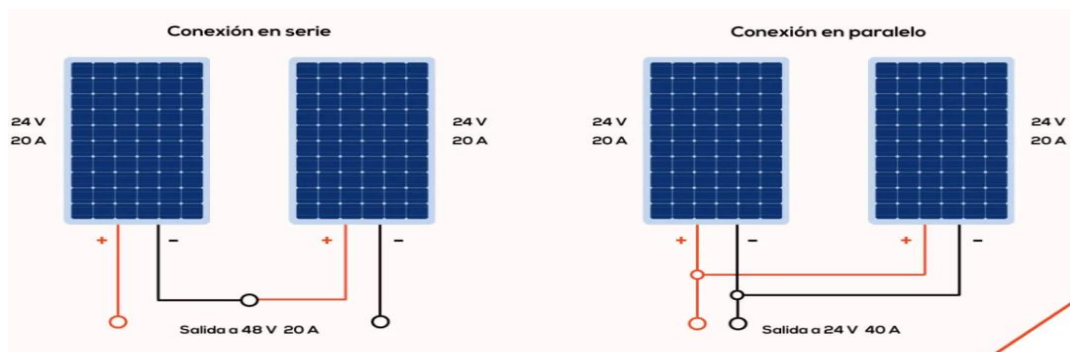
Agustín y Santamaria (2011) establecen que “la irradiancia es la potencia o radiación incidente por unidad de superficie, indica la intensidad de la radiación solar” (pág. 15).

Agustín y Santamaria (2011) además “es la integración o la suma de las irradiancias en un periodo de tiempo determinado” (pág. 15).

2.2.2. Generador fotovoltaico

Noriega (2025) sostiene que “el generador fotovoltaico está compuesto por un conjunto de equipos que transforman la radiación solar en electricidad mediante el uso de células solares. La capacidad de producción de energía de un sistema fotovoltaico está determinada por su tamaño y la cantidad de radiación solar disponible en el lugar donde se instale.” (pág. 18)

Figura 6
Asociación de PFV



Nota: Generador fotovoltaico, con conexión de paneles en serie y paralelo. De “Conexión placas solares: tipos, esquema y cableado” (Alonso Lorenzo, 2025)

2.2.2.1. Panel fotovoltaico


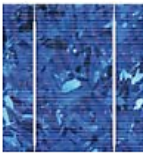
Carrillo (2019): manifiesta que “un panel fotovoltaico está formado por un conjunto de células fotovoltaicas que se encuentran unidas entre sí para formar una sola unidad, la función principal es la transformación de energía solar en energía eléctrica. Los paneles fotovoltaicos más comunes son el policristalino y monocristalino (pág. 15).

Evain (2020) sugiere que “estos tipos de paneles son muy similares y se pueden instalar indistintamente: Policristalino es un poco más barato que Monocristalino, pero tiene un rendimiento más bajo” (pág. 13).

De acuerdo con Evain (2020) indica que “para instalar la misma potencia, se debe instalar una superficie más grande de Policristalino, por lo que su precio más bajo ya no es tan ventajoso” (pág. 13).

Tabla 1

Tipos de paneles fotovoltaico recomendados

TIPOS DE PANELES	MONOCRISTALINO (MONO-C)	POLICRISTALINO (POLY-C)
Imagen (ejemplos)		
Aspecto de la célula	Las células son generalmente de color azul oscuro y uniformes.	Las células son generalmente de color azul claro y los cristales son visibles.
Índice de eficiencia	Del 13 al 17%	Del 11 al 15%
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Mejor rendimiento que los paneles policristalinos con radiación difusa (condiciones durante días nublados, ambientes con altos índices de contaminación, polvo...) • Mayor vida útil que PolyC 	<ul style="list-style-type: none"> • Más barato que MonoC • Huella de carbono baja • Baja sensibilidad a las fluctuaciones de temperatura
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor precio que PolyC • Bajo rendimiento con alta temperatura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor rendimiento que MonoC • Menor vida útil que los paneles monocristalinos

Nota: Tipos y características de paneles solares recomendados. De “Pautas para el diseño del sistema eléctrico en la instalación de bombas solares” por (Evain, 2020, pág. 13).

Estructura de fijación de los paneles fotovoltaicos

Valdiviezo (2014) sostiene que “este sistema está fijo y para ello se debe realizar un estudio de determinación de la inclinación adecuada. El mantenimiento es mínimo, es la estructura que genera menor eficiencia, pero es la más económica” (pág. 22).

Figura 7
Estructura fija para paneles fotovoltaicos



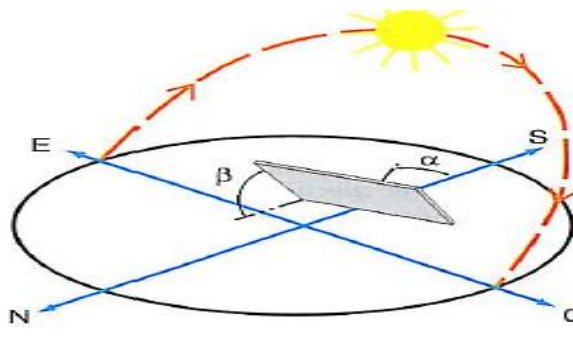
Nota: Modelo de estructura fija para paneles solares fotovoltaicos. De “Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a 15 computadoras portátiles en la pucp” por (Valdiviezo, 2014, pág. 22).

Angulo de inclinación

Castejón y Santamaria (2011) considera para este cálculo “A partir del análisis estadístico de la radiación solar anual sobre las superficies de diferentes taludes ubicados en distintas latitudes (Φ), se utiliza una fórmula que determina la pendiente óptima en función de la latitud.” (pág. 13).

$$\beta = 3,7 + (0,69 \times |\Phi|) \dots (\text{Ec. 1})$$

Figura 8
Orientación de un panel fotovoltaico



Nota: Orientación del panel solar de acuerdo al desplazamiento del sol durante el día. De” Instalaciones Solares Fotovoltaicas” por (Castejon & Santamaria, 2011, pág. 13).

Castejón y Santamaria (2011) “El acimut óptimo para que una superficie fija reciba la mayor cantidad de energía solar debe ser cero ($\alpha=0^\circ$)” (pág. 13).

Distancia entre paneles fotovoltaicos

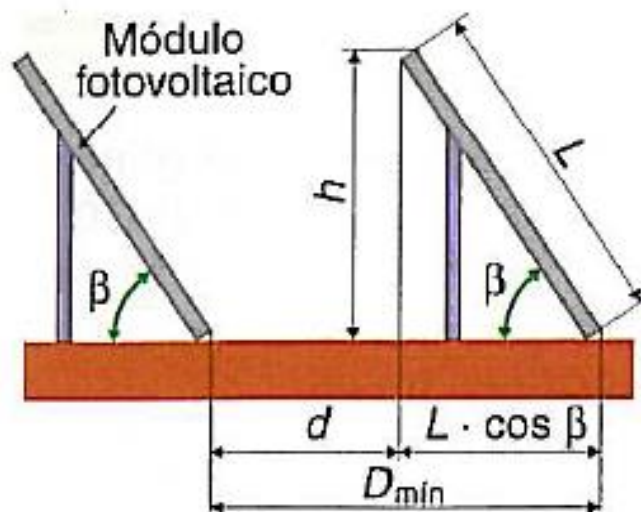
Castejón y Santamaria (2011) describe que “al instalar un generador fotovoltaico con varias filas de módulos, si no hay suficiente distancia entre las filas, la fila delantera bloqueará la fila trasera.” (pág. 177).

Castejón y Santamaria (2011) considera “la distancia mínima entre la parte superior de una fila y la parte inferior de la fila siguiente que cumple con los requisitos anteriores es:” (pág. 178).

$$D_{\min} = Long_panel \times [\cos \beta + (\sin \beta) / (\operatorname{tg}(61 - \text{Latitud}))] \dots (\text{Ec. 2})$$

Figura 9

Distancia mínima entre filas de paneles fotovoltaicos



Nota: Ángulos y rangos de distancias mínimos entre filas de paneles solares. De” Instalaciones Solares Fotovoltaicas” por (Castejon & Santamaria, 2011, pág. 78).

2.2.2.2. Conexión de paneles fotovoltaico

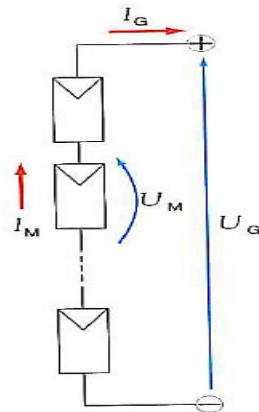
Las conexiones en el generador fotovoltaico se realizan con la finalidad de aumentar la tensión, la corriente y la potencia.

a) Conexiones en serie

Castejón y Santamaria (2011) manifiesta que con esta conexión se realiza “para elevar la tensión del generador” (pág. 35).

Figura 10

Conexión de paneles en serie



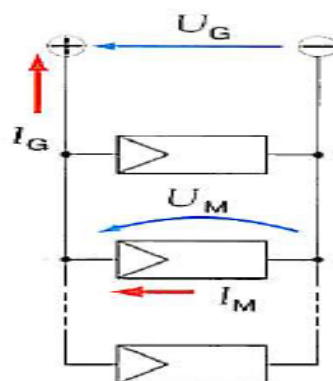
Nota: Diagrama de conexión en serie de paneles solares fotovoltaicos. De “Instalaciones Solares Fotovoltaicas” por (Castejon & Santamaria, 2011, pág. 36)

b) Conexiones en paralelo

Castejón y Santamaria (2011) destaca que esta conexión se realiza “para elevar la intensidad del generador” (pág. 35).

Figura 11

Conexión de paneles en paralelo



Nota: Diagrama de conexión en paralelo de paneles solares fotovoltaicos. De “Instalaciones Solares Fotovoltaicas” por (Castejon & Santamaria, 2011, pág. 37)

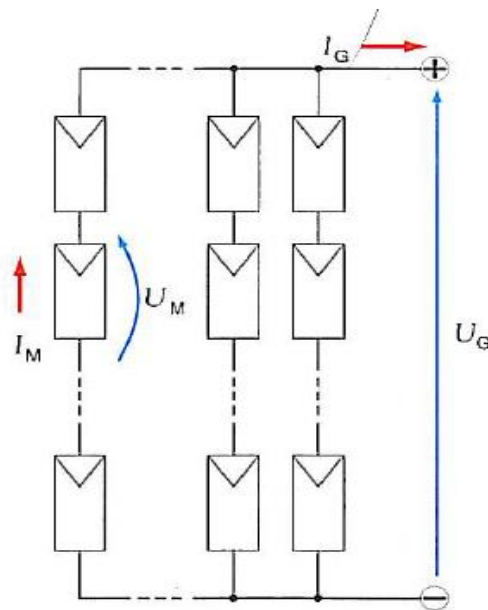
c) Conexión serie - paralelo

“Las conexiones mixtas en serie y en paralelo aumentan la resistencia además del voltaje”

(Castillo, 2019, pág. 75).

Figura 12

Conexión de paneles en serie – paralelo

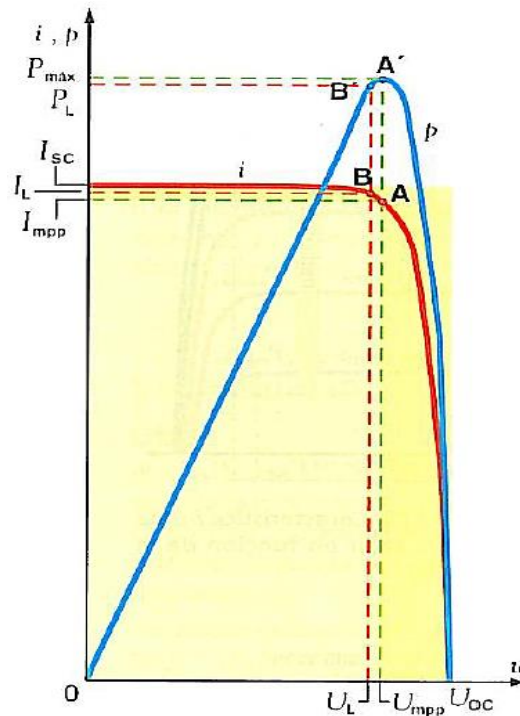


Nota: Diagrama de conexión en serie - paralelo de paneles solares fotovoltaicos. De “Instalaciones Solares Fotovoltaicas” por (Castejon & Santamaria, 2011, pág. 37).

2.2.2.3. Curva característica I-V de la célula solar

Castejón y Santamaria (2011) indica que en la figura se muestra la curva característica i-v de una célula solar (curva de color rojo) donde para cada valor de tensión se tiene un valor de corriente eléctrica. Además, se puede observar la curva de color azul que es la de la potencia (se obtiene multiplicando a tensión por la corriente eléctrica), donde para cada valor de tensión se tiene un valor de potencia, de esta curva se puede observar un punto máximo (A')

Figura 13
Curva característica I-V de la célula solar



Nota: Diagrama de una célula solar con irradiancia y temperatura constantes. De “Instalaciones Solares Fotovoltaicas” por (Castejon & Santamaria, 2011, pág. 25)

2.2.2.4. La célula fotovoltaica

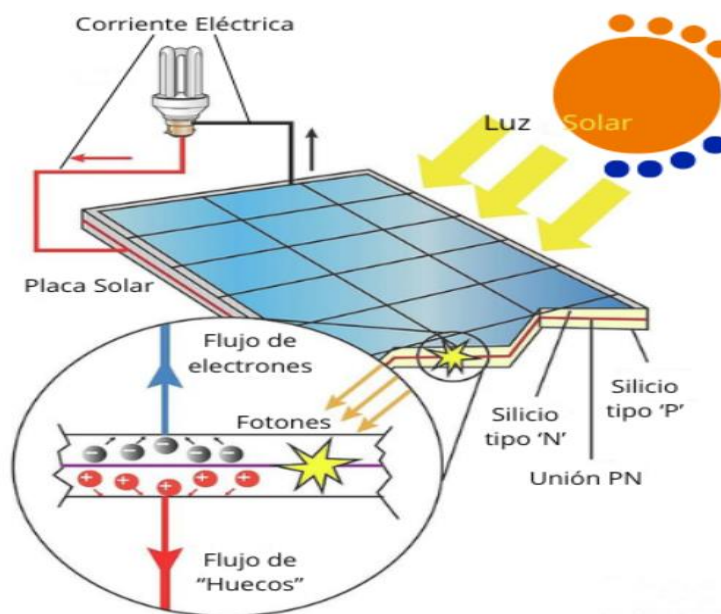
De acuerdo con (Enel, 2018) La célula fotovoltaica es “El corazón del sistema de producción de energía solar”. Conformada por pequeñas piezas, las cuales captan la energía solar y la transforman en energía eléctrica, en conjunto estas unidades forman los módulos o paneles fotovoltaicos. (pág. 1)

Composición y Funcionamiento

Generalmente compuestos por dos semiconductores, un negativo (N) y un positivo (P) Como señala Frías (2012), “Los fotones de la luz solar, inciden sobre la celda fotovoltaica, pudiendo ser reflejados, absorbidos o pasando a través de la misma, sin embargo, solo los fotones absorbidos pueden generar energía eléctrica, ya que la energía del fotón se transfiere a un electrón que es capaz de escapar de su posición normal para formar parte de la corriente en un circuito eléctrico” (pág. 18). Como en la Figura 14, se producen cargas negativas y positivas

en dos semiconductores próximos de diferente tipo (silicio tipo N y silicio Tipo P), produciendo así un campo electromagnético capaz de generar corriente eléctrica”.

Figura 14
Efecto Fotovoltaico



Nota: Diagrama sobre el efecto fotovoltaico en paneles solares. De “Efecto Fotovoltaico” (Insolac Renovables, 2024)

Clases de Células Fotovoltaicas

Tabla 2

Clases de células fotovoltaicas

Célula	Silicio	Rendimiento laboratorio	Rendimiento directo	Características	Fabricación
	Monocristalino	24 %	15-18 %	Son típicos los azules homogéneos. Sus cantos son redondeados, debido al proceso de fabricación.	Se obtiene de silicio puro fundido y dopado con boro.
	Policristalino	19-20 %	12-14 %	La superficie está estructurada en cristales y contiene distintos tonos de azul.	Igual que el del monocristalino, pero se disminuye el número de fases de cristalización.
	Amorfo	16 %	< 10 %	Tiene un color homogéneo (marrón), pero no existe conexión visible entre las células.	Tiene la ventaja de ser semiflexible, y poder depositarse en forma de lámina delgada y sobre un sustrato, como vidrio o plástico.

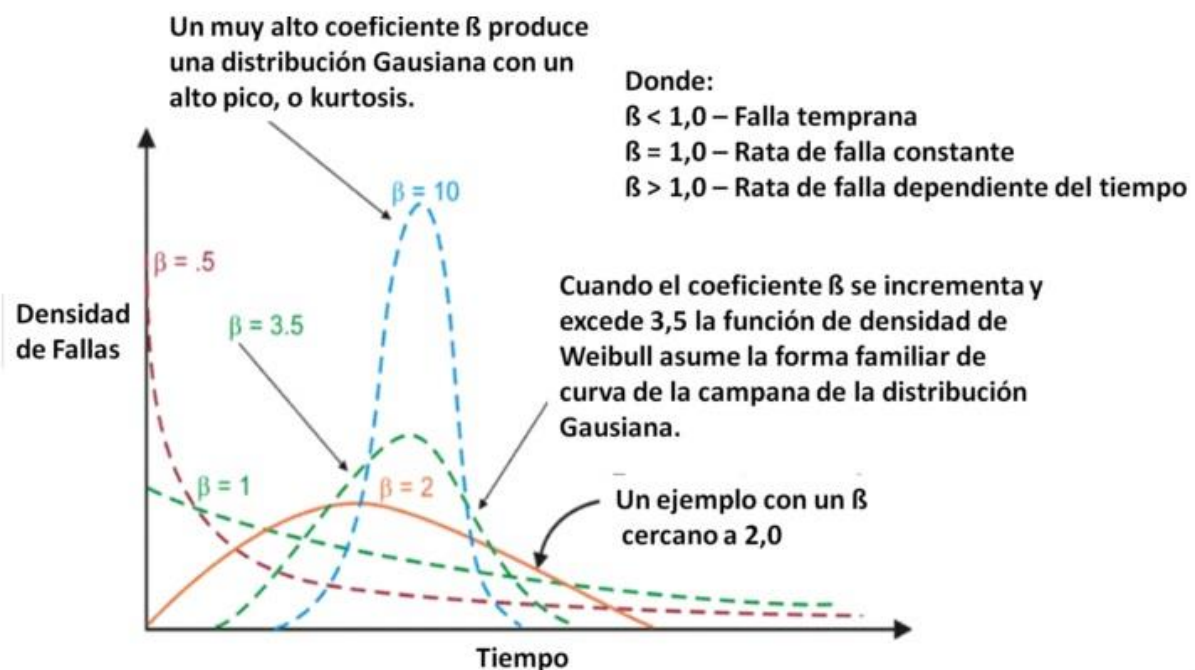
Nota: Clases, características y fabricación de células fotovoltaicas. De “Capas de Celdas Solares Fotovoltaicas” (Ariel, 2021, pág. 18).

2.2.3. Distribución de Weibull

Originalmente desarrollado por el matemático sueco Wallodi Weibull (1887-1979) El análisis de Weibull es la más versátil distribución empleada por los ingenieros de confiabilidad. Aunque es denominada una distribución, actualmente es una herramienta que permite al Ingeniero de Confiabilidad caracterizar la función de densidad de probabilidad (distribución de frecuencia de falla) de un conjunto de datos de falla para caracterizarlas como tempranas, constantes (exponencial) o desgaste asociado a la edad (Gausiana o log normal) graficando los datos de tiempo para la falla en un formato gráfico especial donde el eje X representa el tiempo, ciclos, millas, etc, en una escala logarítmica. El eje Y, con una escala log-log, representa el porcentaje acumulado de la población total de fallas.

Figura 15

Variaciones del análisis de weibull según su tipo de falla



Nota: Diagrama de densidad de fallas x Tiempo para variaciones y confiabilidad en el análisis de Weibull. De “¿Por qué es necesario el análisis de Weibull?” por (Troyer, 2020).

2.2.4. Sistema de bombeo fotovoltaico

Según la página web Soluciones y equipos OC (2021) “Los sistemas de bombeo fotovoltaico de agua convierten la radiación solar en electricidad a través de los paneles fotovoltaicos”.

Ésta será utilizada para alimentar las bombas eléctricas. La energía eléctrica producida por los módulos fotovoltaicos se emplea para alimentar motores de corriente continua o sirve para ser convertida en corriente alterna por el inversor. (Soluciones y Equipos OC, 2021).

Componentes de un Sistema de Bombeo Fotovoltaico

Dependiendo de cada instalación y cada fin en la cual se va utilizar el sistema de bombeo fotovoltaico puede variar, pero generalmente algunos de los componentes son:

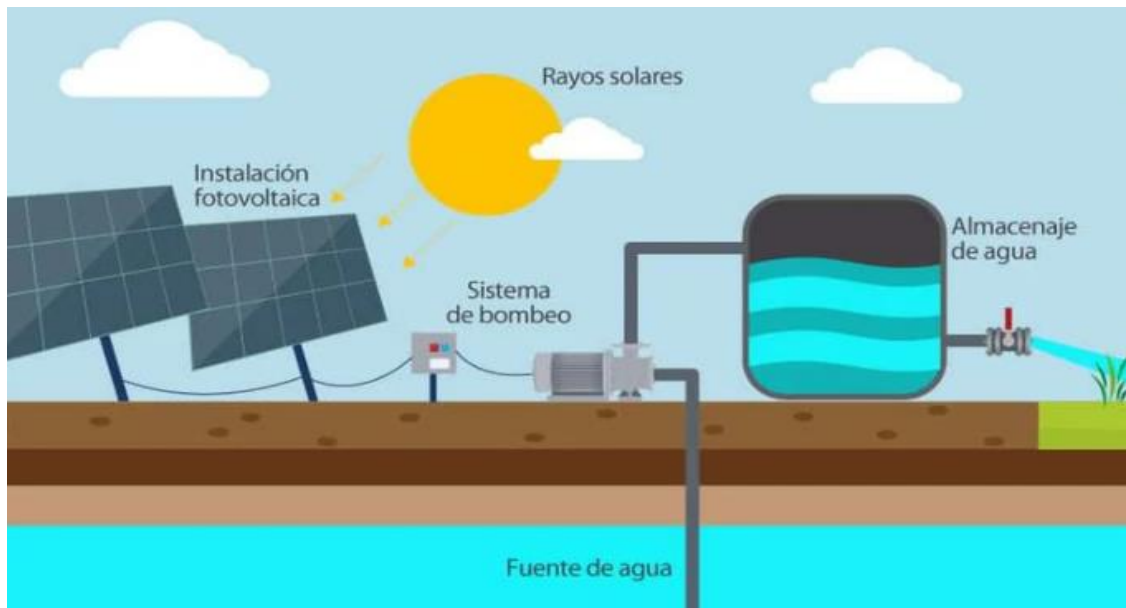
Paneles Solares: Encargados de captar la radiación solar del medio ambiente, actúa generalmente como generador.

Inversor: Transforma la corriente continua elaborada por los paneles solares en corriente alterna, fundamental para el funcionamiento del sistema de bombeo fotovoltaico.

Motor Eléctrico: Máquina dimensionada encargada de extraer del pozo o subsuelo agua, determinado por las necesidades de abastecimiento y el modo que se utilizara como, por ejemplo, para una vivienda o fines agrícolas.

Deposito (Tanque): Reemplazando a las baterías es un elemento de gran utilidad para el uso de fines agrícolas pues aprovecha al máximo las horas luz, almacenando el agua sobrante extraída, optimizando el sistema de bombeo fotovoltaico.

Figura 16
Sistema de Bombeo Solar Fotovoltaico



Nota: Esquema de un sistema de bombeo solar fotovoltaico para riego. De “Componentes de un sistema de bombeo solar” por (Implica).

2.2.5. Viabilidad económica de proyectos

Según Figueroa, Parra & Rodríguez (2014) “Los indicadores de evaluación son instrumentos que permiten medir la progresión hacia las metas propuestas. Si no existieran, toda evaluación sería que se proponga realizar sería casi inútil o poco viable” (pág. 33).

“Los indicadores permiten efectuar una evaluación adecuada teniendo en cuenta los objetivos propuestos y las realizaciones concretas” (Figueroa, Parra, & Rodriguez, 2014, pág. 33).

Según Figueroa (2014) “Por otra parte, si los indicadores no se establecen durante la fase de diseño del proyecto habrá que reconstruirlos posteriormente en la evaluación, probablemente con menos fiabilidad” (pág. 33).

VAN

Según Figueroa (2014) “Mide la rentabilidad deseada después de recuperar toda la inversión, para ello calcula el valor actual de todos los flujos futuros de caja, proyectados a partir del primer periodo de operación, y le resta la inversión inicial” (pág. 33).

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} \dots (Ec 1)$$

Según Figueroa (2014) “ F_t : Flujo de capital en cada periodo t , I_0 : es la inversión realiza en el momento inicial ($t = 0$), n : es el número de periodos de tiempo” (pág. 33).

Según Figueroa (2014) “ k : es el tipo de descuento o tipo de interés exigido a la inversión, $VAN > 0$: el valor actualizado de los cobro y pagos futuros de la inversión, a la tasa de descuento elegida generará beneficios” (pág. 33).

“ $VAN = 0$: el proyecto de inversión no generará ni beneficios ni pérdidas, siendo su realización, en principio, indiferente; $VAN < 0$: el proyecto de inversión generará pérdidas, por lo que deberá ser rechazado” (Figueroa, Parra, & Rodriguez, 2014, pág. 33).

TIR

Según Figueroa (2014) “Mide la rentabilidad como porcentaje” (pág. 33).

$$0 = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} \dots (Ec. 2)$$

F_t : son los flujos de dinero en cada periodo t

I_0 : es la inversión realiza en el momento inicial ($t = 0$)

n : es el número de periodos de tiempo

Criterio de selección de proyectos según la Tasa interna de retorno

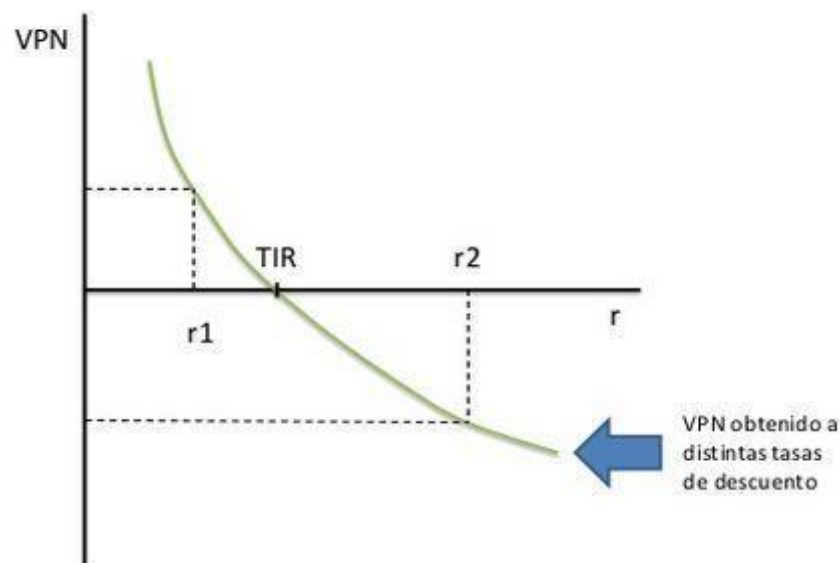
Los criterios de selección son los siguientes, donde "k" es la tasa de flujo de caja descontada elegida para el cálculo del VAN:

Si $TIR > k$, el proyecto de inversión será aceptado. En este caso, logramos una tasa interna de retorno superior a la tasa de retorno mínima requerida para la inversión.

Si $TIR = k$, estaríamos en una situación similar a la que se producía cuando el VAN era igual a cero. En tales casos, se podrán realizar inversiones si la competitividad de la empresa mejora y no existen alternativas más favorables.

Si $TIR < k$, el proyecto debe rechazarse. No cumplió con el retorno de inversión mínimo requerido.

Figura 17
VAN y TIR



Nota: La figura muestra la comparación entre el VAN y el TIR .De “Comparación entre VAR y TIR” por (Bermejo, 2017).

2.3. Definición conceptual de la terminología empleada.

Bomba de agua: Según Pump Stop Online (2022) indica que “son equipos que están especialmente diseñados para trasladar agua o fluidos de un lugar a otro y pueden tener múltiples usos tanto a nivel residencial, comercial e industrial.”. (pág. 1)

Célula fotovoltaica: Salazar (2017) define que “una célula fotovoltaica o modulo fotovoltaico, es un dispositivo electrónico que permite transformar la energía lumínica (fotones) en energía eléctrica (flujo de electrones libres) mediante el efecto fotoeléctrico.” (pág. 32).

Potencia Pico: Tello (2010) afirma: “La potencia pico de un elemento fotovoltaico, se define como la máxima potencia eléctrica que éste puede generar bajo las siguientes condiciones estándares de medida: Irradiación: 1 000W/m², Temperatura de 25° C, AM: 1.5” (pág. 30).

Condiciones Estándar de Medida (CEM)

IDAE (2002) señala que son: “Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas del modo siguiente: Irradiancia solar: 1 000 W/m², distribución espectral: AM 1,5 G, temperatura de célula: 25 °C”. (pág. 9)

Voltaje: Según Enrique (2016): “Es el trabajo que debe realizar una fuente externa sobre los electrones para que estos puedan fluir por el conductor y producir una corriente eléctrica” (pág. 17).

Corriente continua: Según Sencico (2013) “La corriente continua (CC) es una situación en la que el voltaje y la polaridad siguen siendo los mismos, es decir, positivo y negativo. Por ejemplo, baterías y paquetes de baterías.” (pág. 11).

Bombas sumergibles: Según Puyuelo y García (2019): “Tienen una acción característica en líquidos. Se utiliza principalmente para el bombeo o extracción de aguas residuales, bombeo de agua de áreas sumergidas o bombeo de agua de áreas de aguas profundas que superan los 9 metros.” (pág. 76).

Bombas de superficie: Según Puyuelo y García (2019): “Tienen un trabajo fuera del agua. Se utiliza principalmente para fines domésticos, para el riego de huertos y campos. Solo pueden trabajar a una profundidad inferior a 9 metros.” (pág. 76)

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Aplicada.

Diseño de investigación: No experimental.

3.2. Población y muestra

La población es el sistema de bombeo de agua en el fundo Franciscos, ubicado en el distrito de Tumán, departamento de Lambayeque.

La muestra es el sistema de bombeo de agua en el fundo Franciscos, ubicado en el distrito de Tumán, departamento de Lambayeque.

3.3. Hipótesis

Mediante un sistema de bombeo fotovoltaico se logrará satisfacer la demanda de agua requerida para 2 hectáreas de terreno de maíz en el fundo Franciscos, ubicado en el distrito de Tumán, departamento de Lambayeque.

Variables - Operacionalización

Tal como se muestra en la Tabla 2, se identificaron las variables y se operacionalizan

X: Variable dependiente: Sistema de bombeo fotovoltaico.

Y: Variable independiente: demanda de agua.

Tabla 3*Operacionalización de variables*

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores
Sistema de bombeo fotovoltaico	Soluciones y Equipos OC (2021) “Los sistemas de bombeo fotovoltaico de agua convierten la radiación solar en electricidad a través de los paneles fotovoltaicos”.	Diseñar un sistema de bombeo fotovoltaico.	Máxima demanda (W) Energía promedio diaria (kWh) Potencia del generador fotovoltaico (kWp). Potencia del inversor (kW).
Demanda de agua	Cantidad de agua necesaria para suplir alguna necesidad	Cálculo de la demanda agua promedio diario.	Cantidad de agua promedio diario (m ³)

Nota: Definiciones de las variables dependientes e independientes.

3.4. Técnicas de investigación y materiales

3.4.1. Técnicas

Observación

Se ubicará el pozo de extracción de agua, la bomba, así como su potencia, y además se buscará un lugar donde se pueda ubicar los paneles fotovoltaicos y controlador.

Como instrumento se utilizará la guía de observación el cual se encuentra en los anexos.

Entrevista

Se realizó la entrevista al dueño del terreno al señor: Juan Coveñas Juárez, para obtener más información sobre el sistema de bombeo que se viene utilizando, así como los gastos en combustible y mantenimiento; datos que serán utilizados en el ítem de evaluación económica.

Como instrumento se utilizó un cuestionario el cual se encuentra en los anexos.

Figura 18

Entrevista al señor: Juan Coveñas Juárez



Análisis Documental

La información para elaborar el marco teórico se obtendrá de tesis, páginas web, libros.

Como instrumento se utilizará la guía de análisis documental el cual se encuentra en los anexos.

3.4.2. Equipos y Materiales

Libreta para realizar los apuntes, lapicero, cámara fotográfica, Wincha, Medidor de radiación solar (ERASMUS ES-2000).

3.5. Análisis Estadístico e interpretación de los datos

Se empleara la estadística descriptiva para analizar los datos, en cuanto a medidas de valor promedio, valores mínimos y máximos y medidas de tendencia central, luego de obtener la información de irradiación solar promedio mediante la distribución de Weibull y calcular el volumen de agua requerido para el maíz se selecciona la bomba y el número de paneles fotovoltaico necesario, así como su potencia, luego se realizará el cálculo del presupuesto en base a cotizaciones por último se realizará el estudio de viabilidad económica.

CAPITULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

4.1. Descripción del sistema propuesto

Para reducir los problemas asociados con las bombas eléctricas, propusimos regar el maíz por gravedad usando un sistema de bomba solar en fundo Franciscos, que fue elegido como el sitio de nuestro proyecto, el cual utilizará un generador fotovoltaico que transforma la energía solar en energía eléctrica para luego transformar esa energía en corriente directa a corriente alterna por medio de un controlador y luego esa energía eléctrica activa al motor de la bomba, el sistema propuesto utiliza un tanque de almacenamiento de agua con la finalidad de ahorrar la energía eléctrica obtenida mientras se encuentre operativo nuestro sistema fotovoltaico (debido a un día nublado o las pocas horas de incidencia de energía solar sobre nuestros paneles).

Para los cálculos respectivos se utilizarán los conocimientos previos de sistemas fotovoltaicos los cuales nos ayudarán a recopilar datos exactos para el dimensionamiento de nuestro proyecto, tales como HSP, demanda máxima, irradiación solar en el fundo franciscos, como los cálculos hidráulicos para hallar la potencia de la bomba y de los equipos que serán mencionados más adelante en nuestra investigación.

CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. Irradiación solar en el fundo Franciscos

Para la obtención de los datos de irradiación solar, se realizaron mediciones manuales cada dos días en el Fundo franciscos desde las 7 a.m hasta las 6 p.m, durante los meses de febrero y marzo del 2025.

Utilizamos el modelo de Medidor de radiación solar (ERASMUS ES-2000), las mediciones registradas durante cada estudio de irradiación solar se ingresaron en una base de datos en Excel para obtener la irradiación solar media para el fundo Franciscos utilizando la distribución de Weibull.

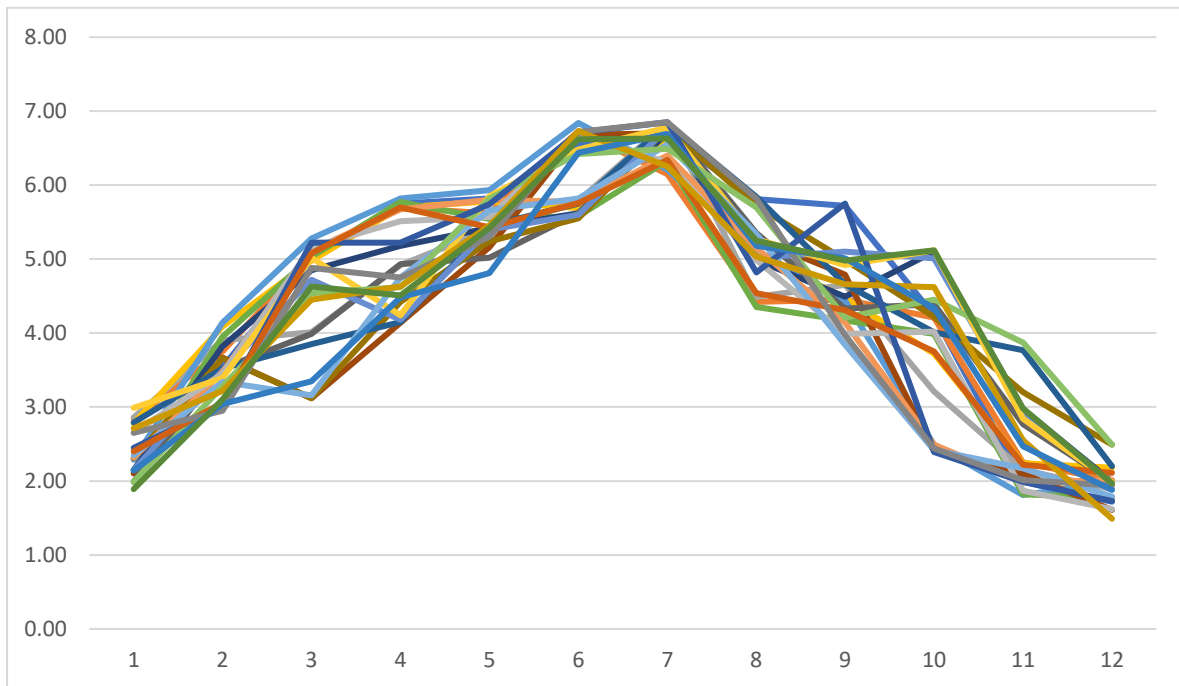
Tabla 3

Datos de Irradiación Solar Obtenidos en el Fundo Franciscos

RADIACION SOLAR (Kw-h/m2)												
COORDENADAS												
Latitud: -6.7264986;Longitud: -79,7465721												
FECHA/HORA	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
13/02/2025	2,30	3,54	5,01	5,75	5,82	6,55	6,67	5,81	5,72	4,24	1,99	1,72
15/02/2025	2,84	3,75	5,05	5,69	5,62	6,73	6,15	4,42	4,45	4,21	2,25	2,01
17/02/2025	2,86	3,90	4,01	4,92	5,40	5,79	6,84	4,49	4,65	3,21	2,15	1,89
19/02/2025	2,78	4,09	4,98	5,70	5,78	5,69	6,65	5,08	4,47	3,72	2,24	2,18
21/02/2025	2,29	4,14	5,28	5,82	5,93	6,84	6,21	5,12	4,44	2,49	1,81	1,99
23/02/2025	2,12	3,95	5,03	5,77	5,54	5,58	6,33	4,35	4,17	3,99	1,82	1,77
25/02/2025	2,15	3,82	4,85	5,18	5,42	5,62	6,70	4,99	4,49	5,10	2,97	1,99
27/02/2025	2,10	3,67	3,12	4,14	5,16	6,68	6,70	5,28	4,79	2,40	2,10	1,61
1/03/2025	1,99	3,52	3,99	4,93	5,02	5,62	6,82	5,35	4,33	4,39	2,77	1,99
3/03/2025	2,31	3,66	3,12	4,42	5,24	5,55	6,77	5,72	4,99	4,22	3,20	2,49
5/03/2025	2,79	3,52	3,85	4,15	5,45	5,75	6,83	5,84	4,66	4,01	3,77	2,20
7/03/2025	1,51	3,45	3,17	3,42	4,18	5,34	6,58	5,95	5,02	4,45	2,31	1,99
9/03/2025	2,15	3,49	4,72	4,18	5,40	5,60	6,77	5,02	5,10	5,01	2,94	1,97
11/03/2025	2,32	3,47	5,12	5,67	5,80	5,77	6,40	5,15	4,14	2,49	1,98	2,01
13/03/2025	2,65	3,45	5,16	5,51	5,57	6,68	6,31	4,99	3,99	4,02	1,87	1,62
15/03/2025	2,99	3,39	5,02	4,24	5,85	6,48	6,78	5,27	4,92	5,12	2,84	1,98
17/03/2025	2,35	3,34	3,16	4,75	5,66	5,82	6,55	5,34	3,84	2,42	2,17	1,79
19/03/2025	1,99	3,28	4,54	4,62	5,82	6,42	6,49	5,70	4,21	4,45	3,87	2,49
21/03/2025	2,45	3,02	5,22	5,22	5,74	6,71	6,85	4,82	5,75	2,39	1,99	1,73
23/03/2025	2,40	3,06	5,08	5,70	5,43	5,76	6,34	4,54	4,31	3,75	2,22	2,11
25/03/2025	2,65	2,95	4,88	4,75	5,30	6,72	6,85	5,82	3,97	2,44	2,01	1,94
27/03/2025	2,71	3,22	4,45	4,63	5,45	6,73	6,25	5,03	4,66	4,62	2,55	1,49
29/03/2025	2,14	3,04	3,35	4,48	4,81	6,44	6,69	5,18	5,01	4,34	2,47	1,88
31/03/2025	1,89	3,10	4,63	4,51	5,42	6,62	6,63	5,25	4,98	5,12	2,98	1,97

Figura 19

Comportamiento Durante los días de Medición de la Irradiación Solar en el Fundo Franciscos



5.1.1. Determinación de Parámetros de Weibull:

Tabla 4

Distribución Acumulada y Distribución de Frecuencias

Radiación (Kwh/m2)	Rango Máximo	Rango Mínimo	Observaciones	Distribución de Frecuencias	Frecuencia Acumulada
0,5	1	0	0	0	0
1,5	2	1	27	0,09375	0,09375
2,5	3	2	49	0,170138889	0,263888889
3,5	4	3	39	0,135416667	0,399305556
4,5	5	4	58	0,201388889	0,600694444
5,5	6	5	79	0,274305556	0,875
6,5	7	6	36	0.125	1
Total de Datos			288		

Figura 20
Distribución Acumulada

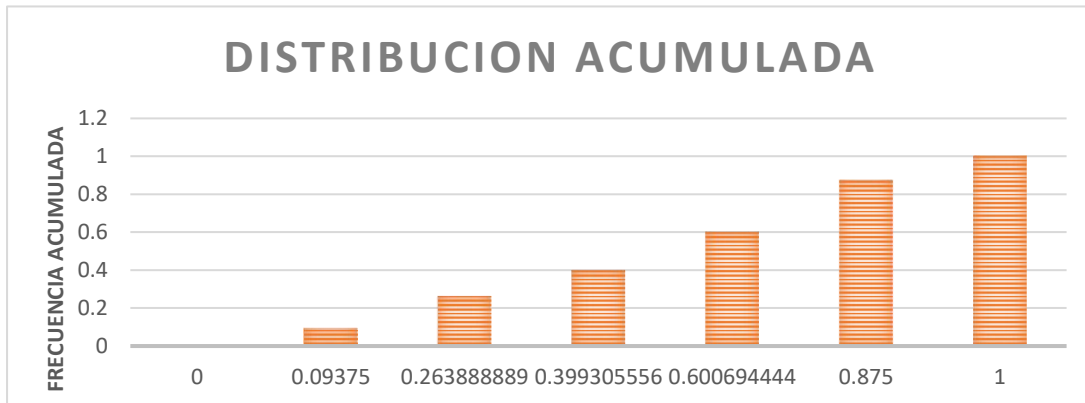


Figura 21
Distribución de Frecuencias

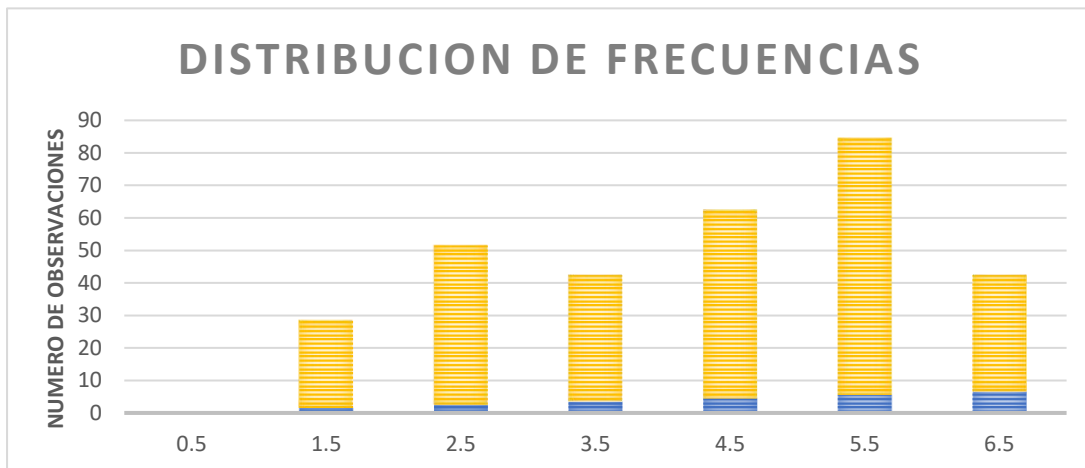
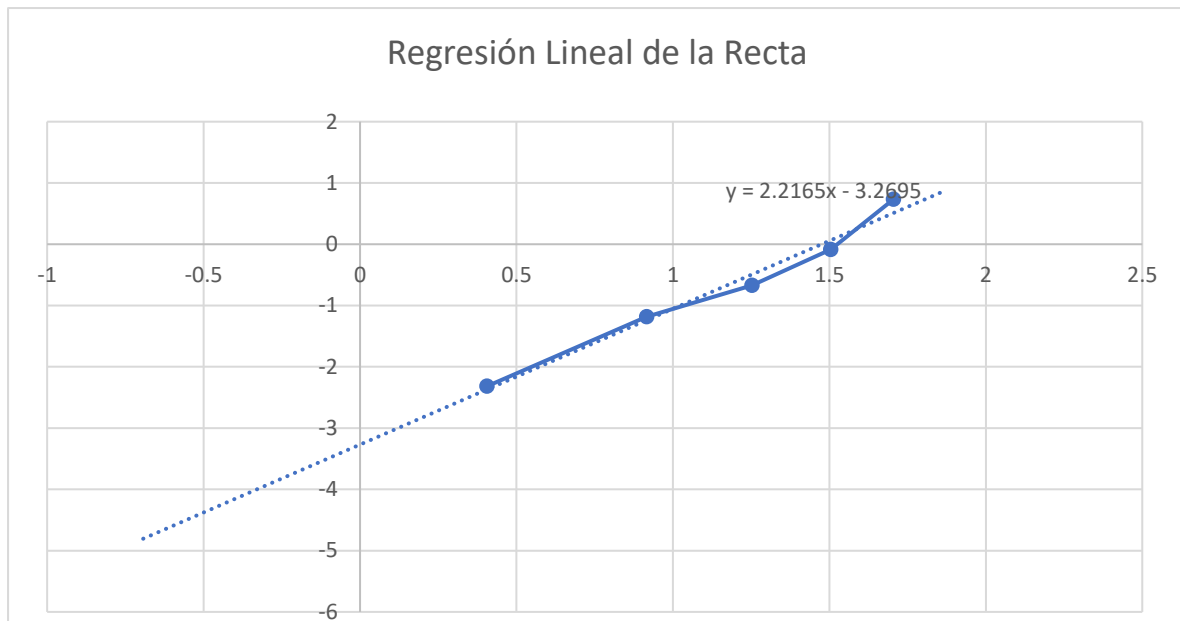


Tabla 5

Valores para Ecuación de la Recta

Radiación Promedio	Distribución Acumulada
$x = \ln(v)$	$y = \ln(-\ln(1-F(v)))$
-0,69314718	
0,40546511	-2,318307314
0,91629073	-1,18294803
1,25276297	-0,673994008
1,5040774	-0,085527005
1,70474809	0,732099368
1,87180218	

Figura 22
Grafica del Ajuste Lineal - Recta



Utilizando el gráfico anterior podemos inferir los siguientes datos para calcular el valor de Θ

(Parámetro con unidades de irradiación solar):

$\beta = 2,2165$ (Parámetro de Forma - Adimensional)

$b = - 3,2695$ (Punto de Corte en el Eje Y)

$e = 2,71828$ (Numero de euler)

Por lo tanto:

$$\Theta = e^{-\left(\frac{b}{\beta}\right)}$$

$$\Theta = 4,37 \text{ kW.h/m}^2$$

Tabla 6Valores de Irradiación Media, Gamma para diferentes Valores β

β	$\Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) = \frac{\bar{v}}{c}$
1	1,205623598
1,25	1,085061239
1,5	1,004686332
1,6	0,979569174
1,7	0,957406975
1,8	0,937707243
1,9	0,920081167
2	0,904217699
2,1	0,889865037
2,2	0,876817162
2,3	0,864903886
2,4	0,853983382
2,5	0,843936519
2,6	0,834662491
2,7	0,826075429
2,8	0,818101727
3	0,803749066
3,5	0,775043742
4	0,753514749
4,5	0,736769977
5	0,723374159
5,5	0,712413945

Aplicando Interpolación Lineal para un $\beta = 2,2165$, se obtuvo el valor de gamma:

$$\Gamma = 0,874664263$$

Por lo tanto, la Irradiación Media:

$$\theta_{\text{med}} = \Theta \times \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$

Donde:

$$\beta = 2,2165 ; \Gamma = 0,874664263 ; \Theta = 4,37 \text{ kW.h/m}^2$$

$$\theta \text{ med} = 4,37 \times 0,874664 \left(1 + \frac{1}{2,2165} \right)$$

$$\theta \text{ med} = 5,5467506 \text{ kWh/m}^2$$

$$\theta \text{ med} = 5,55 \text{ kWh/m}^2$$

5.2. Cálculo de la cantidad de agua promedio diaria para el riego.

Para realizar el cálculo del consumo de agua promedio diaria para el riego, empleamos el agua consumida por el de maíz según su etapa y/o estado fenológico. En nuestro estudio tomaremos los datos de la etapa de cultivo Llenado el Grano – Formación de grano.

Tabla 7

Datos del Requerimiento de Riego para Maíz Amarillo Duro.

	Estados Fenológicos	Ciclo Acumulado (días)	Requerimiento de Riego	
			Por Gravedad (m ³ /ha)	Por Goteo (m ³ /ha)
Siembra	Fecha Seleccionada	0	235	119,8
	5 hojas	35	575,4	290
Crecimiento	8 hojas	50	462,4	234,5
	10 hojas	60	318,2	168
Floración	Inicio de Floración Masculina	80	820	415,9
	Floración Femenina	90	506,4	252,4
	Polinización y/o Cuaje	100	1 026,9	507,2
	Formación del Grano	135	1 503,6	752,3
Llenado del Grano	Grano Lechoso a	145	802,1	397,5
	Grano Dentado			
Madurez	Madurez Fisiológica	160	750	370,2
Cosecha	5 -6 Meses desde la siembra	170 - 175	7 000	3 507,8

Nota: Cantidad de agua por hectárea de acuerdo al tipo de riego para el maíz Amarillo Duro. De “Diseño de sistema fotovoltaico para suministrar energía eléctrica al sistema de bombeo del fundo El Ciruelo caserío la Pintada-Túcume” por (Sandoval, 2019, pág. 33).

Tabla 8

Consumo de agua diaria en la etapa de Llenado de Grano maíz amarillo – Riego por gravedad

Etapa	Estado Fenológico	Nº días	Requerimiento de riego (m ³ /ha)	Requerimiento por día (m ³ /día)
Llenado de Grano	Formación de Grano	35	1 500	42,9

Mediante los datos obtenidos según la tabla 9 el requerimiento diario de agua necesaria para nuestro cultivo:

$$\text{Requerimiento por día (m}^3\text{/día)} \times 2 \text{ hectáreas} = 42,9 \times 2 = 85,8 \text{ (m}^3\text{/día)}$$

5.3. Cálculo de los equipos del sistema de bombeo

5.3.1. Cálculo Régimen de Bombeo (Q):

Demanda de Agua diaria: **85,8 (m³/día)**

Irradiación solar media: **5,55 kW.h/m²**

$$Q \left(\frac{m^3}{h} \right) = \frac{V}{HSP}$$

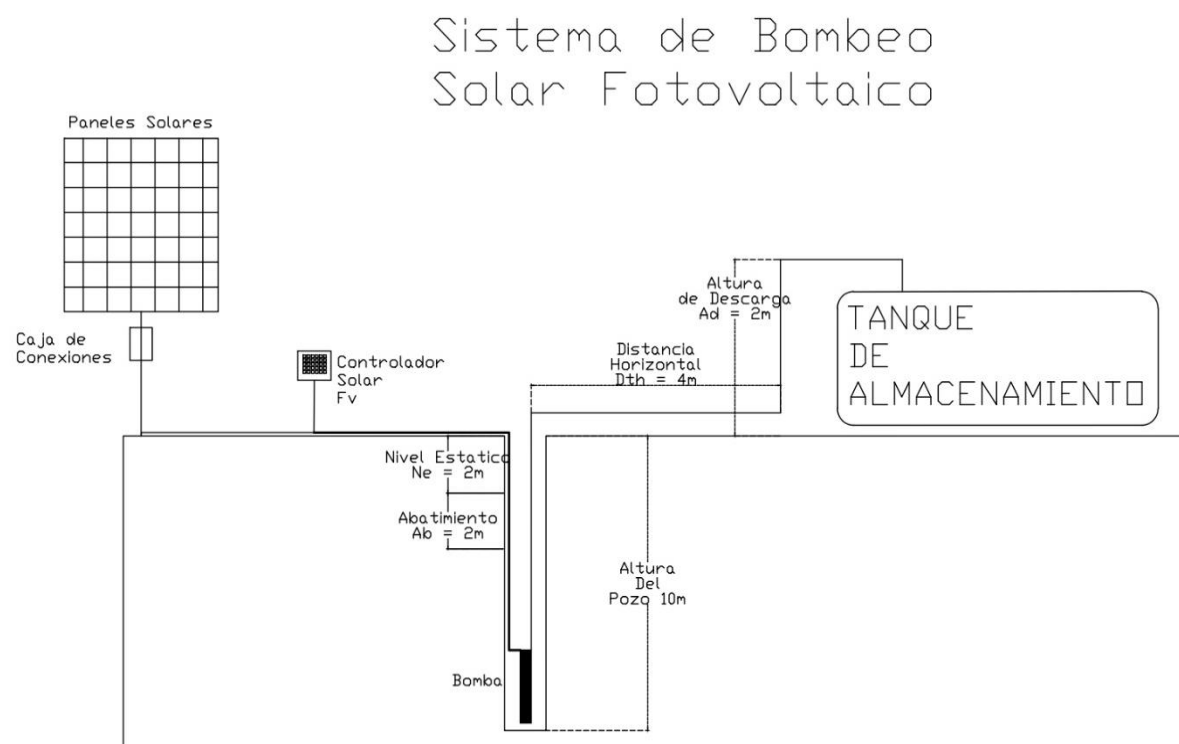
$$Q \left(\frac{m^3}{h} \right) = \frac{85,8}{5,55}$$

$$Q = 15,4 \text{ m}^3 / \text{h}$$

5.3.2. Cálculo Carga Estática (C_e):

Figura 23

Sistema de Bombeo Solar Fotovoltaico con Datos obtenidos en Campo.



Nivel Estático (N_e) = 2 m

Abatimiento (A_b) = 2 m

Altura de Descarga (A_d) = 2 m

$$C_e = N_e + A_d + A_b$$

$$C_e = 2 \text{ m} + 2 \text{ m} + 2 \text{ m}$$

$$C_e = 6 \text{ m}$$

5.3.3. Cálculo del tendido de la tubería:

Distancia de la tubería horizontal desde el pozo hasta la base del tanque de almacenamiento:

$$D_{th} = 4 \text{ m}$$

5.3.4. Cálculo de la tubería total (RT):

Tubería total utilizado para el proyecto.

$$R_t = C_e + D_{th}$$

$$R_t = 6 \text{ m} + 4 \text{ m}$$

$$R_t = 10 \text{ m}$$

5.3.5. Perdidas de Carga en las tuberías (P_{ct}):

En general las pérdidas de carga no superan el 10% de la carga estática. Según (Abella & Romero, 2016, pág. 38) recomienda un cálculo rápido considerando 2%. Para el cálculo se ha considerado el 10%.

$$P_{ct} = 10 \% \times 6 \text{ m}$$

$$P_{ct} = 0,6 \text{ m}$$

5.3.6. Cálculo Dinámico (C_d):

$$C_d = C_e + P_{ct}$$

$$C_d = 6 \text{ m} + 0,6 \text{ m}$$

$$C_d = 6,6 \text{ m} \approx 7 \text{ m}$$

5.3.7. Dimensionamiento de la Bomba Sumergible:

Para la elección de la bomba son necesarios los datos obtenidos en los apartados anteriores:

$$Q = 15,4 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$C_d = 7 \text{ m}$$

$$P_{\text{Bomba}} = \frac{\gamma \times Q \times C_d}{\eta_b}$$

$$P_{\text{Bomba}} = \frac{(9\,800) \left(\frac{15,4}{3\,600} \right) (7)}{0,4}$$

$$P_{\text{Bomba}} = 733,7 \text{ W}$$

5.3.8. Selección de Bomba Sumergible:

Con los datos obtenidos anteriormente hemos optado por una Bomba sumergible Pedrollo 4SR75Gm/15 – 1,1 kW.

Figura 24

Bomba Sumergible Pedrollo 4SR75Gm/15



Nota: Modelo de Bomba sumergible 4" de la marca Pedrollo. De "4SR Bombas Sumergibles de 4"" por (Pedrollo, 2016, pág. 1).

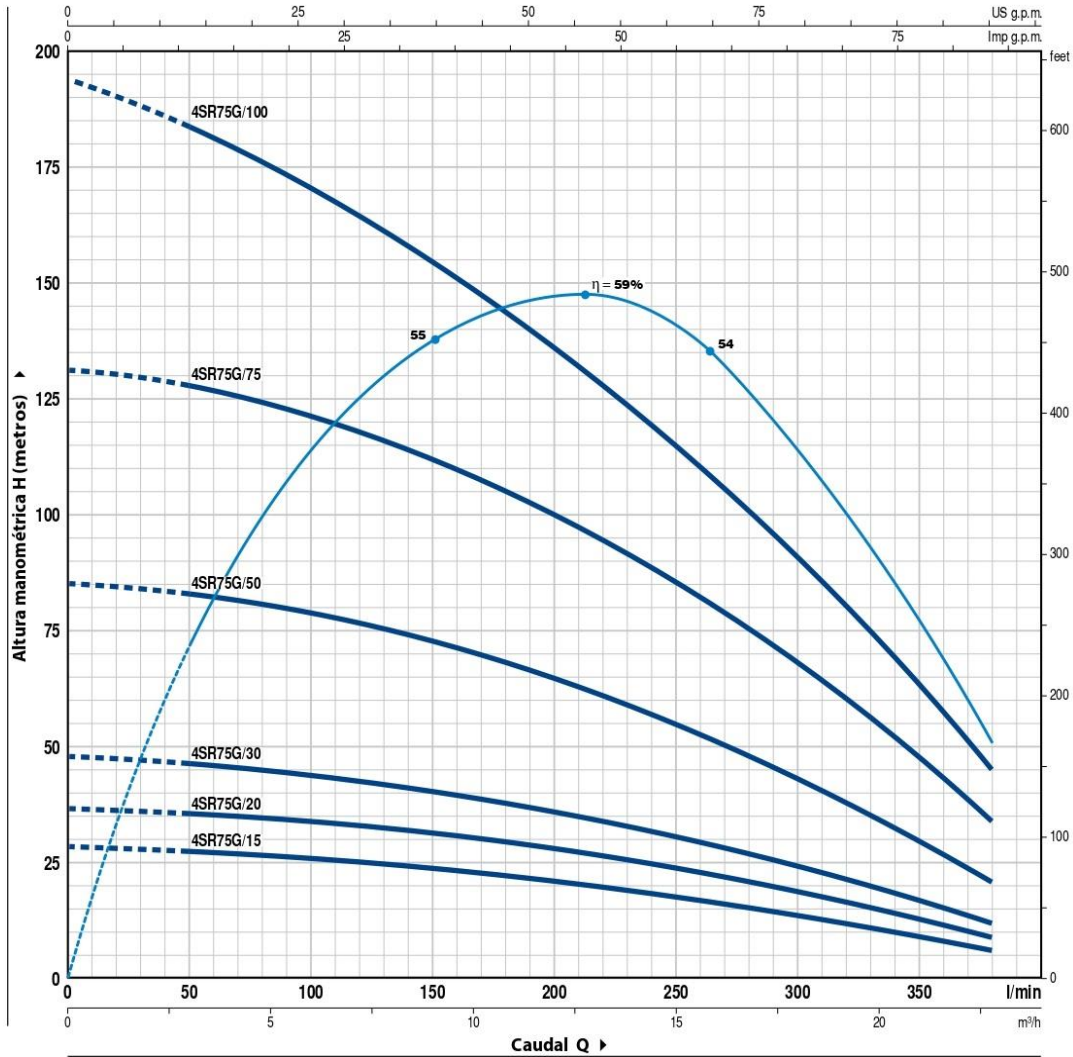
Figura 25
Curva Características de la Bomba Sumergible Pedrollo 4SR75Gm/15

4SR75G



CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES

60 Hz n= 3450 rpm



MODELO		POTENCIA (P ₂)		Q	H metros										
Monofásica	Trifásica	kW	HP		m ³ /h	0	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	18.0	21.0	22.8	
				l/min	0	50	100	150	200	250	300	350	380		
4SR75Gm/15	4SR75G/15	1.1	1.5		28	27	25.5	23.5	21	18	14	9	6		
4SR75Gm/20	4SR75G/20	1.5	2		36	36	34	32	28	23	18	12.5	9		
4SR75Gm/30	4SR75G/30	2.2	3		47	46	44	40	35	30	22.5	17	12		
-	4SR75G/50	3.7	5		85	83	79	72	64.5	54	42	28.5	21		
-	4SR75G/75	5.5	7.5		130	127	122	113	102	85	66	46	34		
-	4SR75G/100	7.5	10		192	185	173	156	135	112	87	61	46		

Nota: Características de todas las bombas pedrollo de modelo 4SR75G. De “4SR Bombas Sumergibles de 4”” (Pedrollo, 2016, pág. 10)

5.3.9. Selección de Controlador de Bombeo Solar:

De acuerdo a las cualidades de la bomba sumergible Pedrollo 4SR75Gm/15 y al mercado nacional se tomó en consideración el Controlador Bombeo Solar 220 V INVT 1,5 kW.

Tabla 9

Características Controlador de Bombeo Solar 220 V INVT 1,5 kW.

Model	BPD0K7 TN(AC)	BPD1K5 TN(AC)	BPD2K2 TN(AC)	BPD004 TNAC	BPD2K2 TRAC(S)	BPD004 TRAC(S)	BPD5K5 TRAC(S)
DC Input							
Maximum input DC voltage (V)	450			800			
Starting voltage (V)	80	100			220		
Minimum working voltage (V)	60	80			180		
Recommended MPP voltage (V)	80-400		100-400		220-750		
Input channel	One MC4 connector	One MC4 connector	One MC4 connector	Two MC4 connectors	One MC4 connector	Two MC4 connectors	
Maximum input DC current (A)	9	12	12	20	9	20	20
Bypass AC input (model supporting mains input)							
Input voltage (Vac)	220/230/240(1PH) (-15%~+10%)				380(3PH) (-15%) ~440(+10%)		
Input frequency (Hz)	47-63						
AC input terminal	1P2L (L,N,PE)				3P4L (R,S,T,PE)		
AC OUTPUT							
Rated power (W)	750	1500	2200	4000	2200	4000	5500
Rated current (A)	5.1 (1PH) 4.2 (3PH)	10.2 (1PH) 7.5 (3PH)	14 (1PH) 10 (3PH)	25 (1PH) 16 (3PH)	5.5	9.5	14
Output voltage (Vac)	0-Input voltage						
Output wiring mode	1P2L: 1PH motor 1PH control 2P3L: 1PH motor 2PH control 3P3L: Connected to 3PH asynchronous motor				3P3L: Connected to 3PH asynchronous motor		
Output frequency (Hz)	1-400						
Control							
Control mode	V/F						
Motor type	Asynchronous motor (1PH/3PH)				Asynchronous motor (3PH)		
Others							
Dimensions (WxDxH) (mm)	255x300x137	280x300x137	410x360x160	337x360x160	480x360x160		
Net weight (kg)	6.4	7	13.5	10.8	14.4	14.5	
Package weight (kg)	8.5	9	16	13.5	17.25	18.85	
Protective degree	IP65						
Cooling	Natural cooling						
HMI	External LED keypad						
Communication terminal							
External communication	RS485/3 digital input						
Communication interface	Multi-core waterproof connector						
Certification							
Standards	CE; EMC meets the requirements of IEC61800-3 C3.						
Operating environment							
Environment temperature	-25~60°C (derating above 45°C)						
Altitude	3000 m (derating above 2000m)						
Recommended solar array configuration							
250~280Wp(Voc 37±1V)	5*1	8*1	10*1	10*2	10*1	10*2	14*2
300~330Wp(Voc 45±1V)	4*1	7*1	8*1	8*2	8*1	8*2	12*2

Nota: Características y rangos del Controlador de Bombeo Solar 220 V INVT 1,5 kW. De “Autosolar - Controlador Bombeo Solar 220V INVT 1,5KW” por (Controlador Bombeo Solar 220 V INVT 1,5 kW).

5.3.10. Demanda Energética:

P_b = Potencia de la Bomba Sumergible Pedrollo 4SR75Gm/15 = 1 100 W

P_{gfv} = Potencia del Generador Fotovoltaico

Fuente: (Buelot, 2015, pág. 100)

$$P_{gfv} = P_b \times 1,5$$

$$P_{gfv} = 1\ 100 \times 1,5$$

$$P_{gfv} = 1\ 650\ W \approx 1,65\ kW$$

5.3.11. Calculo y selección de paneles fotovoltaicos:

Para nuestro proyecto compararemos dos potenciales paneles a utilizar, de acuerdo a las características técnicas de nuestro sistema y el mercado nacional, siendo el primero:

Panel Solar 330W 24V Policristalino ERA:

Tabla 10

Características Panel Solar 330W 24V Policristalino ERA.

ESPMC TYPE	300	310	315	320	325	330
Power Class	300W	310W	315W	320W	325W	330W
Max. Power Voltage (V_{mpp})* at STC**	37V	37.3V	37.5V	37.65V	37.8V	37.95V
Max. Power Current (I_{mpp}) at STC	8.1A	8.31A	8.4A	8.5A	8.6A	8.7A
Open Circuit Voltage (V_{oc}) at STC	44.8V	45.1V	45.3V	45.45V	45.6V	45.75V
Short Circuit Current (I_{sc}) at STC	8.7A	8.9A	9A	9.1A	9.2A	9.3A
Module Efficiency	15.5 %	16 %	16.2 %	16.5 %	16.8 %	17 %

* MPP: Maximum Power Point

** STC (Standard Test Conditions): 1000W/m², 25°C, AM 1.5

*** Normal Operating Cell Temperature

Nota: Características y rangos del panel solar 330w Policristalino. De “Ficha Técnica del panel solar 330W 24V policristalino ERA” por Autosolar (Autosolar, pág. 01).

P_b = Potencia de la Bomba Sumergible Pedrollo 4SR75Gm/15 = 1 100 W

P_{gfv} = Potencia del Generador Fotovoltaico = 1 650 W \approx 1,65 kW

Obtenido de las características del Controlador Bombeo Solar 220 V INVT 1,5 kW.

$$V_{\max} = 450 \text{ V}_{\text{dc}}$$

$$V_{\min} = 80 \text{ V}_{\text{dc}}$$

Tensión a Máxima Potencia del Panel Solar 330W 24V Policristalino ERA = 37,95

Paneles Solares en Serie:

$$\text{N}^\circ \text{ paneles en serie} = \frac{V_{\max} \text{ Controlador de bombeo}}{V_{\max} \text{ Panel}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ paneles en serie} = \frac{450 \text{ V}_{\text{dc}}}{37,95 \text{ V}_{\text{dc}}} = 11,85 \approx 12 \text{ Paneles}$$

$$\text{N}^\circ \text{ paneles en serie} = 12 \text{ Paneles}$$

$$\text{N}^\circ \text{ paneles en serie} = \frac{V_{\min} \text{ Controlador de bombeo}}{V_{\max} \text{ Panel}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ paneles en serie} = \frac{80 \text{ V}_{\text{dc}}}{37,95 \text{ V}_{\text{dc}}} = 2,10 \approx 3 \text{ Paneles}$$

$$\text{N}^\circ \text{ paneles en serie} = 3 \text{ Paneles}$$

Los paneles solares recomendables son 8 paneles.

Paneles Solares en Paralelo:

Potencia del panel solar: 330 Wp

P_{gfv} = Potencia del Generador Fotovoltaico = 1 650 W

$$\text{N}^\circ \text{ paneles en paralelo} = \frac{P_{\text{gfv}}}{\text{N}^\circ \text{ de paneles en serie} \times \text{Potencia del panel}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ paneles en paralelo} = \frac{1 \ 650 \text{ w}}{8 \times 330} = 0,62 \approx 1 \text{ Panel}$$

Panel Solar 400W PERC Monocristalino ERA:

Tabla 11

Características Panel Solar 400W PERC Monocristalino ERA.

ESPSC TYPE	380M	385M	390M	395M	400M
Power Class	380Wp	385Wp	390Wp	395Wp	400Wp
Max. Power Voltage (V_{mpp})* at STC**	40.5V	40.8V	41.1V	41.4V	41.7V
Max. Power Current (I_{mpp}) at STC	9.39A	9.44A	9.49A	9.55A	9.60A
Open Circuit Voltage (V_{oc}) at STC	48.9V	49.1V	49.3V	49.5V	49.8V
Short Circuit Current (I_{sc}) at STC	9.75A	9.92A	10.12A	10.23A	10.36A
Module Efficiency	19.16%	19.42%	19.67%	19.92%	20.17%

Nota: Características y rangos del panel 400W PERC Monocristalino ERA. De “Ficha Técnica del panel solar 400W PERC Monocristalino ERA” por (Autosolar, pág. 01).

P_b = Potencia de la Bomba Sumergible Pedrollo 4SR75Gm/15 = 1 100 W

P_{gfv} = Potencia del Generador Fotovoltaico = 1 650 W \approx 1,65 kW

Obtenido de las características del Controlador Bombeo Solar 220 V INVT 1,5 kW.

$$V_{\max} = 450 V_{dc}$$

$$V_{\min} = 80 V_{dc}$$

Tensión a Máxima Potencia del Panel Solar 400W PERC Monocristalino ERA = 41,7

Paneles Solares en Serie:

$$\text{N}^\circ \text{ paneles en serie} = \frac{V_{\max} \text{ Controlador de bombeo}}{V_{\max} \text{ Panel}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ paneles en serie} = \frac{450 V_{dc}}{41,7 V_{dc}} = 10,7 \approx 11 \text{ Paneles}$$

Nº paneles en serie con V_{\max} Controlador de bombeo = 11 Paneles

$$\text{N}^\circ \text{ paneles en serie} = \frac{V_{\min} \text{ Controlador de bombeo}}{V_{\max} \text{ Panel}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ paneles en serie} = \frac{80 V_{dc}}{41,7 V_{dc}} = 1,91 \approx 2 \text{ Paneles}$$

N° paneles en serie con V_{\min} Controlador de bombeo = 2 Paneles

Los paneles solares recomendables son 7 paneles.

Paneles Solares en Paralelo:

Potencia del panel solar: 400 Wp

P_{gfv} = Potencia del Generador Fotovoltaico = 1 650 W

$$\text{N° paneles en paralelo} = \frac{P_{\text{gfv}}}{\text{N° de paneles en serie} \times \text{Potencia del panel}}$$

$$\text{N° paneles en paralelo} = \frac{1\ 650\ \text{w}}{7 \times 400} = 0,58 \approx 1\ \text{Panel}$$

Podemos concluir: El Panel Solar 400W PERC Monocristalino ERA ofrece la mejor opción para instalar la máxima potencia en el menor espacio. Gracias a sus células monocristalinas PERC de elevado rendimiento, tendremos casi un 25% más de producción respecto a un panel de 330W y con el mismo tamaño físico. Es perfecto para zonas aisladas, conexiones a red y en definitiva cualquier tipo de sistema gracias a su elevada eficiencia. Tendremos mayor producción ocupando el mismo espacio. (Autosolar, Panel Solar 400W PERC Monocristalino ERA).

5.3.12. Dimensionamiento del Tanque de Almacenamiento:

Para nuestro proyecto hemos propuesto que el tanque tenga una base cuadrada para mayor estabilidad en campo:

$$V = L^2 \times h$$

Donde:

V = Volumen de agua para mínimo para 1 día extra.

$$V = \text{Días} \times \text{Demanda diaria de agua}$$

$$V = 1 \times 85,8 \text{ m}^3$$

$$V = 85,8 \text{ m}^3$$

L = Longitud de lado de la Base cuadrada.

h = Altura del tanque, para nuestro diseño emplearemos = 2 m

$$V = L^2 \times h$$

$$85,8 = L^2 \times 2$$

$$L = 6,54 \text{ m} \approx 6,6 \text{ m}$$

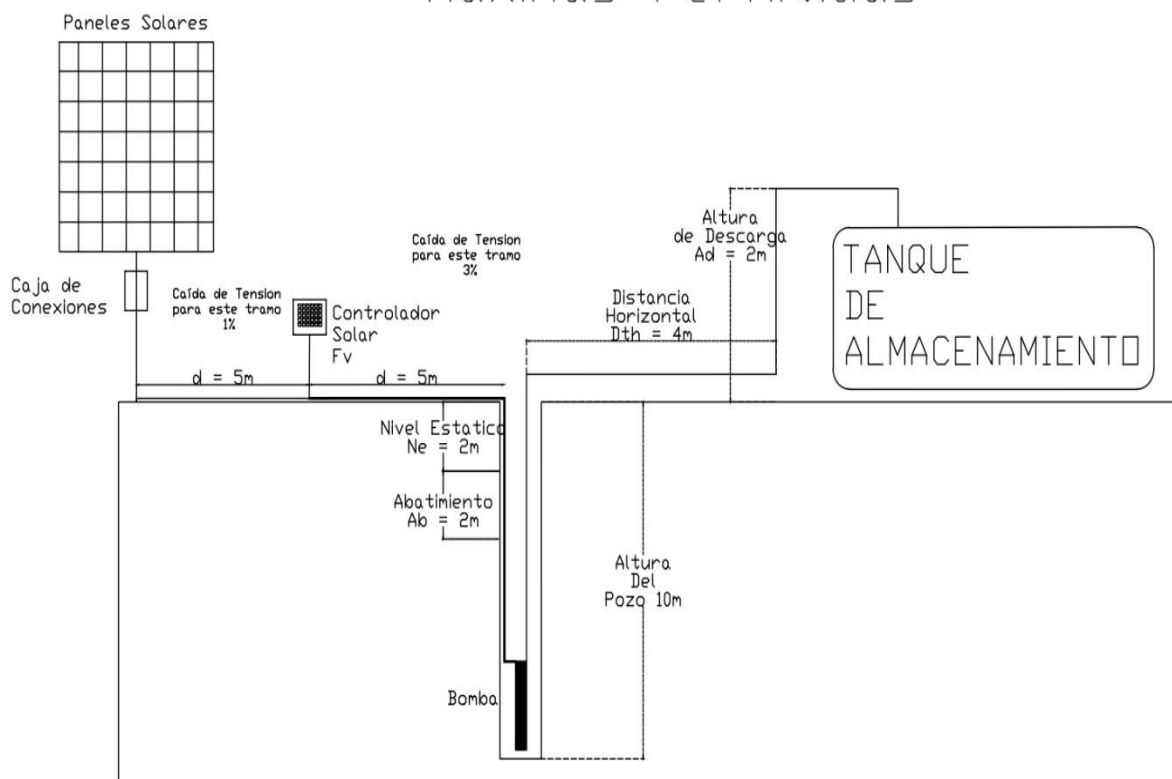
5.3.13. Cálculo y selección de conductos eléctricos y protecciones:

Caídas de Tensión máximas permitidas en un sistema Fotovoltaico:

Figura 26

Caídas de Tensión Máximas Permitidas en un Sistema Fotovoltaico.

Caídas de Tensión
Máximas Permitidas



Nota: Caídas de tensión Máximas permitidas para sistemas fotovoltaicos. Adaptado de “Instalación Solar Fotovoltaica para Vivienda” por (Ingemeccánica).

Fórmula para Sección de Conductor según Caída de Tensión:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\Delta U \cdot \sigma}$$

En Corriente Continua $\cos \varphi = 1$, en Corriente Alterna podemos calcularlo o suponer que es igual a 1.

Para nuestro proyecto utilizaremos la fórmula para Corriente Continua:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\Delta U \cdot \sigma}$$

Donde:

S = Sección del Conductor (mm^2).

σ = Conductividad del Conductor (S.m/ mm^2).

L = Longitud de la línea (m).

ΔU = Caída de Tensión Máxima Permitida en la línea (v)

Fuente: (CALCULO SECCION CABLES PARA FOTOVOLTAICA)

Conductividad del cable según aislante:

Figura 27

Conductividad del cable según aislante.

MATERIAL	ρ_{20°	σ_{20°	Tipo de Aislante del Conductor			
			TERMOPLÁSTICOS (PVC, poliolefinas Z1 o similares)		TERMOESTABLES (tipo XLPE, EPR, poliolefinas Z, silicona...)	
			ρ_{70°	σ_{70°	ρ_{90°	σ_{90°
Cobre	0'018	56	0'021	48	0'023	44
Aluminio	0'029	35	0'033	30	0'036	28

Nota: Conductividad del cable según el material ya sea cobre o aluminio. De “Calculo sección cables para fotovoltaica” por (AREATECNOLOGIA).

El cableado eléctrico comprenderá dos tramos:

Tramo 1: Caja de Conexión de los Paneles Solares - Controlador de Bombeo Solar 220

V INVT 1,5 kW.

L = Distancia entre los puntos 5 m

$$I = 1,25 \times I_{sc} \times N_{rmp}$$

Donde:

I_{sc} = Corriente en Cortocircuito del Panel Fotovoltaico.

N_{rmp} = Numero de ramas de los paneles fotovoltaicos.

$$I = 1,25 \times 10,36 \times 1$$

$$I = 12,95 \text{ A}$$

$$\Delta U = V_{\text{sistema}} \times \text{Caída de tensión para el tramo (1\%)}$$

$$\Delta U = 24 \times 7 \times 0,01$$

$$\Delta U = 1,68 \text{ V}$$

$\sigma = 48$ (Figura 27)

$$S_{Tramo1} = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\Delta U \cdot \sigma}$$

$$S_{Tramo1} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 12,95}{1,68 \cdot 48}$$

$$S_{Tramo1} = 1,60 \text{ mm}^2$$

Para este tramo usaremos cable NH-80 de **2,5 mm²**.

**Tramo 2: Controlador de Bombeo Solar 220 V INVT 1,5 kW - Bomba sumergible
Pedrollo 4SR75Gm/15.**

$$L = 15 \text{ m}$$

I = Corriente Máxima del Controlador de Bombeo Solar 220 V INVT 1,5 kW.

$$I = 12 \text{ V.}$$

$$\Delta U = V_{\text{sistema}} \times \text{Caída de tensión para el tramo (3\%)}$$

$$\Delta U = 220 \times 0,03$$

$$\Delta U = 6,6 \text{ V}$$

$\sigma = 48$ (Figura 27)

$$S_{\text{Tramo2}} = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\Delta U \cdot \sigma}$$

$$S_{\text{Tramo2}} = \frac{2 \cdot 15 \cdot 12}{6,6 \cdot 48}$$

$$S_{\text{Tramo2}} = 1,13 \text{ mm}^2$$

Para este tramo usaremos cable NH-80 de **1,5 mm²**.

Tabla 12*Datos Técnicos NH – 80*

CALIBRE CONDUCTOR	N° HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (*)	
							AIRE	DUCTO
mm ²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
1.5	7	0.52	1.50	0.7	2.9	20	18	14
2.5	7	0.66	1.92	0.8	3.5	31	30	24
4	7	0.84	2.44	0.8	4.0	46	35	31
6	7	1.02	2.98	0.8	4.6	65	50	39
10	7	1.33	3.99	1.0	6.0	110	74	51
16	7	1.69	4.67	1.0	6.7	167	99	68
25	7	2.13	5.88	1.2	8.3	262	132	88
35	7	2.51	6.92	1.2	9.3	356	165	110
50	19	1.77	8.15	1.4	11.0	480	204	138
70	19	2.13	9.78	1.4	12.6	678	253	165
95	19	2.51	11.55	1.6	14.8	942	303	198
120	37	2.02	13.00	1.6	16.2	1174	352	231
150	37	2.24	14.41	1.8	18.0	1443	413	264
185	37	2.51	16.16	2.0	20.2	1809	473	303
240	37	2.87	18.51	2.2	22.9	2368	528	352
300	37	3.22	20.73	2.4	25.5	2963	633	391

Nota: Tabla de datos técnicos del conductor NH-80. De “Cable INDECO nh80 1.5mm libre de halógenos” por (CablexPeru).

Cableado de Protección:

Es el cable adicional a los activos (positivo y negativo), que se encargara de llevar todas las tensiones peligrosas del sistema hacia tierra.

Tabla 13*Relación entre los Conductores Activos y de Protección.*

Sección de los conductores activos de la instalación, S (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección, S_p (mm ²)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Nota: La sección de conductor de protección está en función de la sección de conductor activo. De “Instalación Solar Fotovoltaica para el Bombeo de Agua para riego” por (Ingemecanica).

Tabla 14*Conductores Activos y de Protección.*

TRAMO	SECCIÓN DE CABLE ACTIVO (mm ²)	SECCIÓN DE CABLE DE PROTECCIÓN (mm ²)
Caja de Conexión de los Paneles Solares - Controlador de Bombeo Solar 220 V INVT 1,5 kW.	2,5	2,5
Controlador de Bombeo Solar 220 V INVT 1,5 kW - Bomba sumergible Pedrollo 4SR75Gm/15.	1,5	1,5

Elementos de Protección:**Fusibles:**

Para que el fusible sea operativo debe cumplir:

$$I_b \leq I_n \leq 0,9 \cdot I_{adm}$$

Donde:

I_b = Intensidad de corriente que recorre la línea.

I_n = Intensidad nominal del fusible asignado a la línea.

I_{adm} es la máxima intensidad admisible del cable conductor de la línea.

Tabla 15*Protección Asignada a cada Tramo.*

TRAMO	I_b	I_n (Asignado)	$0.9 \times I_{adm}$
Caja de Conexión de los Paneles Solares - Controlador de Bombeo Solar 220 V INVT 1,5 kW.	12,95	15	16,2
Controlador de Bombeo Solar 220 V INVT 1.5 kW - Bomba sumergible Pedrollo 4SR75Gm/15.	12	15	27

Por lo que el fusible propuesto será el Fusible 15 A 1000VDC 10x38

Figura 28

Fusible 15 A 1000VDC 10x38



Nota: Modelo de fusible 15 A 1000VDC 10x38. De “Fusible 15A 1000VDC 10x38” por (Autosolar).

Angulo de Inclinación Optimo:

$$\beta_{opt} = 3,7 + (0,69 \times |\Phi|)$$

Donde:

β_{opt} = Angulo de inclinación optimo

$|\Phi|$: Latitud del lugar sin signo

Fuente: (Castejon & Santamaria, 2011)

$$\beta_{opt} = 3,7 + (0,69 \times |\Phi|)$$

$|\Phi|$: 6.7264986

$$\beta_{opt} = 3,7 + (0,69 \times |-6,726^\circ|)$$

$$\beta_{opt} = 3,7 + (0,69 \times 6,726)$$

$$\beta_{opt} = 3,7 + 4,64$$

$$\beta_{opt} = 8,34^\circ$$

5.4. Estudio económico de la propuesta.

Costos del Sistema Fotovoltaico Propuesto:

Tabla 16

Costos del Proyecto

Suministro, Montaje y Transporte de Materiales				21 691,10
Materiales y Accesorios	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (S/)	Costo Total (S/)
Sistema Fotovoltaico				11 348,00
Bomba sumergible Pedrollo 4SR75Gm/15 – 1.1 kW.	Unid	1	2 100,00	2 100,00
Controlador Bombeo Solar 220V INVT 1.5 kW.	Unid	1	1 922,80	1 922,80
Panel Solar 400W PERC Monocristalino ERA	Unid	7	822,60	5 758,20
Soportes Estructurales - Paneles solares a Medida	Unid	2	700,00	1 400,00
Cable NH-80 de 1,5 mm ² - INDECO	m	30	1,70	51,00
Cable NH-80 de 2,5 mm ² - INDECO	m	10	2,00	20,00
Fusible 15 A 1000VDC 10x38	Unid	4	24,00	96,00
Sistema de Succión y Riego				6 386,70
Tanque de Almacenamiento - Materiales/Mano de Obra	Unid	1	6 000,00	6 000,00
Tubería Pavco 2" x 3m	Unid	9	14,00	126,00
Pegamento para PVC 4 oz Azul	Unid	1	19,00	19,00
Cinta teflón roja 25 mm x 10 yardas	Unid	3	3,90	11,70
Válvula Compuerta 2"	Unid	1	159,00	159,00
Radar Para Cisterna	Unid	1	45,00	45,00
Cable eléctrico para accionar el Radar	m	20	1,30	26,00
Sistema de Puesta a Tierra				556,40
Varilla De Cobre 3/4" x 2.4 m	Unid	1	399,00	399,00
Cable Desnudo 25mm ² x Metro Lineal	Unid	10	7,00	70,00
Conector de cobre para pozo a tierra 3/4"	Unid	1	13,50	13,50
Caja de registro Polipropileno	Unid	1	49,00	49,00
Bentonita sódica x30kg	Unid	1	24,90	24,90
Instalación Sistema Fotovoltaico				1 700,00
Montaje de Bomba Sumergible	Unid	1	500,00	500,00
Instalación y puesta en marcha de paneles solares y/o Controlador de Bombeo Solar sobre soportes estructurales	Unid	1	1 200,00	1 200,00
Instalación Sistema de Puesta a Tierra				300,00
Excavación, puesta de varilla de cobre y/o relleno	Unid	1	300,00	300,00
Transporte de Materiales				800,00
Chiclayo - Fundo Franciscos	Unid	1	800,00	800,00
Mantenimiento				500,00
1 Vez cada 6 Meses	Unid	2	300,00	600,00

Figura 299

Cotización de Equipos



Cotización

Autosolar Energía del Perú S.A.C

Carretera Panamericana Sur KM 29.5 Megacentro, Unidad I-6, Lurin
Referencia: Frente a Campomar, entrada al Megacentro altura Puente VIDU

Teléfono: (01)715-1357

autosolar@autosolar.pe

R.U.C: 20602492118

JOSÉ CAMPOS CARDENAS

JOSÉ CAMPOS CARDENAS

DOCUMENTO	NÚMERO	PÁGINA	FECHA
Presupuesto	1 008353	1	05/01/2025

CLIENTE	R.U.C.	AGENTE	CONDICION DE PAGO	VALIDEZ DE LA OFERTA
26122	28	diego.olivera@autosolar.pe - Cel 963812578	Contado	1 Mes, salvo cambio de tarifa

GARANTÍA DE UN AÑO EN LOS EQUIPOS OFERTADOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UD.	SUBTOTAL	DTO.	TOTAL
7102502	Bomba Sumergible Pedrollo 4SR75G 1.1HP Trifásica.	1,00	2.100,00	2.100,00		2.100,00
1002042	Panel Solar 400W PERC Monocristalino ERA.	7,00	822,60	5.758,20		5.758,20
5001535	Estructura 4 Paneles 30-45 mm Coplanar Falcat	2,00	700,00	1.400,00		1.400,00
7108192	Controlador Bombeo Solar 220v INVT 1.5kW	1,00	1.922,80	1.922,80		1.922,80
5201003	Cable NH-80 de 1.5mm2 INDECO Negro	30,00	1,70	51,00		51,00
5504017	Cable NH-80 de 2.5mm2 INDECO Rojo	10,00	2,00	20,00		20,00
5201002	Fusible 15A 1000 VDC 10X38	4,00	24,00	96,00		96,00

TIPO	IMPORTE	DESCUENTO	PRONTO PAGO	PORTES	FINANCIACIÓN	BASE	I.G.V	R.E.
18,00	11.348,00					11.348,00	2.042,64	

TOTAL: 13.390,64 S/.

COMPRAS DEL DIA DE HOY SERAN PROCESADAS AL DIA SIGUIENTE LABORAL

GARANTIA DE TRANSPORTE A PROVINCIA SOLO POR LAS EMPRESAS:

MARVISUR - SHALOM - OLVA COURIER

NO INCLUYE ENVÍO A OTRAS AGENCIAS NI INSTALACION, SALVO SE INDIQUE EN LA COTIZACIÓN

TIPO DE MONEDA: SOLES

PARA DOLARES: TIPO DE CAMBIO DEL DIA: 3,66

Firmado Autosolar



FORMA DE PAGO: TRANSFERENCIA BANCARIA

DATOS BANCARIOS EN SOLES Y DOLARES

BCP SOLES: 1942448005022 / CCI: 00219400244800502298

BCP DOLARES: 1942552861183 / CCI: 00219400255286118390

INTERBANK SOLES: 6373001500225 / CCI: 00363700300150022563

Tabla 17*Costo Total del Proyecto*

Costo Directo	S/21 691,10
Gastos Generales (10% CD)	S/2 169,11
Sub-Total Sin IGV	S/23 860,21
IGV (18%)	S/4 294,84
Costo Total del Proyecto	S/28 155,05

Costos de Sistema Existente de Riego:

Según los Datos recopilados de la entrevista al dueño del Fundo Franciscos (Anexo 01):

HORAS DE RIEGO:

6 – 8 horas en un intervalo de 6 días a una semana entre riego y riego.

GASTO EN COMBUSTIBLE:

½ galón de gasolina por cada hora de riego. En una jornada 12 horas serian 6 galones en promedio.

GASTO DEL TRANSPORTE DE COMBUSTIBLE:

20 soles entre ida y vuelta al grifo más cercano el cual es el grifo San Andrés en la entrada al distrito de Tumán.

COSTO DE MANTENIMIENTO:

100 soles cada dos meses, 600 soles anualmente.

Costo Total de Combustible Anual (CCA):

Tomaremos de referencia 11 meses debido al mes de cosecha y siembra: $365 - 30 = 335$ días

$$\text{Riegos anuales} = \frac{335}{7}$$

$$\text{Riegos anuales} = 47,85$$

$$\text{Costo Total de Combustible anual} = \text{Riegos TA} \times \text{Galones PR} \times \text{Costo AG}$$

Donde:

Riegos TA = Riegos Totales al Año.

Galones PR = Galones por Riego.

Costo AG = Costo Actual del Galón de Gasolina.

$$\text{Costo Total de Combustible anual} = 47,85 \times 6 \times 20$$

$$\text{Costo Total de Combustible anual} = S/ 5 742$$

Costo Total del Transporte de Combustible Anual (CTCA):

$$\text{Costo Total del Transporte de Combustible Anual: Riegos TA} \times \text{Costo TPR}$$

Donde:

Riegos TA = Riegos Totales al Año.

Costo TPR = Costo de transporte por Riego.

$$\text{Costo Total del Transporte de Combustible Anual: } 47,85 \times 20$$

$$\text{Costo Total del Transporte de Combustible Anual: } S/ 957$$

Costo Total de Mantenimiento Anual (CMA):

El costo anual es de 600 soles.

Costo Total Anual de todo el sistema Existente de Riego:

$$\text{Costo Total Anual de todo el sistema Existente de Riego} = \text{CCA} + \text{CTCA} + \text{CMA}$$

Donde:

CCA = Costo Total de Combustible Anual.

CTCA = Costo Total del Transporte de Combustible Anual.

CMA = Costo Total de Mantenimiento Anual.

$$\text{Costo Total Anual de todo el sistema Existente de Riego} = 5\,742 + 957 + 600$$

$$\text{Costo Total Anual de todo el sistema Existente de Riego} = \text{S}/7\,299$$

Flujo de Caja

Para nuestro proyecto se proyectará un flujo de caja el cual será proyectado a 20 años.

Depreciación de Equipos:**Tabla 18***Depreciación de Equipos*

Item	Vida Útil	Costo Total S/.	Depreciación S/.
Bomba sumergible Pedrollo 4SR75Gm/15 – 1,1 kW.	10	2 100	210
Controlador Bombeo Solar 220 V INVT 1,5 kW.	10	1 922,80	192,28
Panel Solar 400W PERC Monocristalino ERA	20	5 758,20	288

Por ende, la Bomba sumergible Pedrollo 4SR75Gm/15 – 1,1 kW y el Controlador Bombeo Solar 220 V INVT 1,5 kW, los cuales tienen una vida útil de 10 años se recomienda la compra de ambos equipos y la mano de obra de instalación de los mismos en el año 10 de nuestra caja de flujo.

$$DAño10 = PBombaSP4SR75Gm/15 + PControladorBS220V + GastosI + TEquipos$$

Donde:

DAño10 = Depreciación en el año 10 del flujo de caja.

PBombaSP4SR75Gm/15 = Precio Bomba sumergible Pedrollo 4SR75Gm/15 – 1,1 kW.

PControladorBS220V = Precio Controlador Bombeo Solar 220 V INVT 1,5 kW.

GastosI = Gastos de Instalación.

TEquipos = Transporte de Equipos.

$$DAño10 = PBombaSP4SR75Gm/15 + PControladorBS220V + GastosI + TEquipos$$

$$DAño10 = 2\ 100 + 1\ 922,80 + 1\ 200 + 500$$

$$DAño10 = S/5\ 722,8$$

Tabla 19*Flujo de Caja Proyectada a 20 años.*

Años (N°)	Inversion Inicial (IO)	Depreciacion de Equipos S/.			Costo Mantenimiento	Flujo de Ingresos	Flujo de Efectivo Neto
		Controlador Bombeo Solar 220V INVT 1.5 kW.	Bomba Sumergible Pedrollo 4SR75Gm/15 –	Panel Solar 400W PERC Monocristalino ERA			
0	S/28,155.05						-S/28,155.05
1		S/192.28	S/210.00	S/288.00	S/500.00	S/7,299.00	S/6,108.72
2		S/192.28	S/210.00	S/288.00	S/500.00	S/7,299.00	S/6,108.72
3		S/192.28	S/210.00	S/288.00	S/500.00	S/7,299.00	S/6,108.72
4		S/192.28	S/210.00	S/288.00	S/500.00	S/7,299.00	S/6,108.72
5		S/192.28	S/210.00	S/288.00	S/500.00	S/7,299.00	S/6,108.72
6		S/192.28	S/210.00	S/288.00	S/500.00	S/7,299.00	S/6,108.72
7		S/192.28	S/210.00	S/288.00	S/500.00	S/7,299.00	S/6,108.72
8		S/192.28	S/210.00	S/288.00	S/500.00	S/7,299.00	S/6,108.72
9		S/192.28	S/210.00	S/288.00	S/500.00	S/7,299.00	S/6,108.72
10		S/5,722.80		S/288.00	S/500.00	S/8,299.00	S/1,788.20
11		S/192.28	S/210.00	S/288.00	S/500.00	S/7,299.00	S/6,108.72
12		S/192.28	S/210.00	S/288.00	S/500.00	S/7,299.00	S/6,108.72
13		S/192.28	S/210.00	S/288.00	S/500.00	S/7,299.00	S/6,108.72
14		S/192.28	S/210.00	S/288.00	S/500.00	S/7,299.00	S/6,108.72
15		S/192.28	S/210.00	S/288.00	S/500.00	S/7,299.00	S/6,108.72
16		S/192.28	S/210.00	S/288.00	S/500.00	S/7,299.00	S/6,108.72
17		S/192.28	S/210.00	S/288.00	S/500.00	S/7,299.00	S/6,108.72
18		S/192.28	S/210.00	S/288.00	S/500.00	S/7,299.00	S/6,108.72
19		S/192.28	S/210.00	S/288.00	S/500.00	S/7,299.00	S/6,108.72
20		S/192.28	S/210.00	S/288.00	S/500.00	S/7,299.00	S/6,108.72
						Tasa de Descuento	15%
						VAN	S/9,267.90
						TIR	21%

VAN

Por los datos obtenidos de la Tabla 20 podemos ver que el Van es de S/9 267,90 y según (Figueroa, Parra, & Rodriguez, 2014), **$VAN > 0$** : el valor actualizado de los cobros y pagos futuros de la inversión, a la tasa de descuento elegida generará beneficios” (pág. 33). Por lo tanto, nuestro proyecto es rentable.

TIR

Los Datos Obtenidos de la Tabla 19 respecto al TIR es de 21% el cual es mayor a nuestra tasa de descuento.

TIR Proyecto = 21% > 15%, por lo que según (Figueroa, Parra, & Rodriguez, 2014) **Si TIR > k, el proyecto de inversión será aceptado**. En este caso, la tasa de rendimiento interno que obtenemos es superior a la tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Las conclusiones a las que se ha podido llegar después de la investigación son:

- a. Para la obtención de los datos de irradiación solar, se realizaron mediciones manuales cada dos días en el Fundo franciscos desde las 7 a.m. hasta las 6 p.m., durante los meses de febrero y marzo del 2025, Medidor de radiación solar (ERASMUS ES-2000), las mediciones registradas durante cada estudio de irradiación solar se ingresaron en una base de datos en Excel para mediante el análisis de Weibull obtener la radiación solar media $5,55 \text{ kWh}/\text{m}^2$.
- b. Según la Tabla 07 el mayor consumo de agua diaria es requerida en la etapa de Llenado de Grano maíz amarillo siendo estos, el caudal total para esta etapa es de $1500 \text{ m}^3/\text{día}$, y un caudal de $42,9 \text{ m}^3/\text{día}$ por hectárea, por tanto el caudal diario necesario para el riego de las 2 hectáreas de maíz amarillo, es de $85,8 \text{ (m}^3/\text{día)}$
- c. Con los datos de irradiación y régimen de bombeo, proponemos la Bomba sumergible Pedrollo 4SR75Gm/15 – 1,1 kW, capaz de satisfacer las necesidades hídricas del Fundo Franciscos y un Controlador Bombeo Solar 220V INVT 1,5 kW, y los 7 Paneles Solares 400W PERC Monocristalino ERA conectados en serie.
- d. El estudio económico propuesta resulto rentable y aceptable por lo que el usuario beneficiado con esta investigación no tendrá ningún problema respecto a la tasa de interés de cualquier Entidad Financiera siendo, TIR de 21% a 15% de tasa de interés y el VAN de S/9 267,90 , los cuales fueron proyectados a un horizonte de 20 años.

6.2. Recomendaciones

- a. En el futuro, las hectáreas de cultivo llegasen a ser mayores a los indicados en este proyecto se deberá reevaluar los datos, para obtener los equipos necesarios para cubrir las necesidades de Riego.
- b. Se podrá realizar la implementación de un sistema híbrido Solar Fotovoltaico – Red eléctrica, cuando halla la disponibilidad de la misma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abella, M., & Romero, F. (2016). *Sistema de Bombeo Fotovoltaico*. Obtenido de <https://docplayer.es/7240585-Sistemas-de-bombeo-fotovoltaico-master-en-energias-renovables-y-mercado-energetico-energia-solar-fotovoltaica-escuela-de-organizacion-industrial.html>
- Agustin Castejon, G. S. (2010). *instalaciones solares fotovoltaicas*. España.
- Alonso Lorenzo, J. (24 de 04 de 2025). *Conexión placas solares: tipos, esquema y cableado*. Obtenido de https://www.sfe-solar.com/instalaciones-fotovoltaicas/conexion-serie-paralelo/?srsltid=AfmBOooh_kkihAq2SJdK_MmvHrf9IMep_gbzEZ0xdtiako5P0P-8YCN
- AREATECNOLOGIA. (s.f.). *CALCULO SECCION CABLES PARA FOTOVOLTAICA*. Obtenido de <https://www.areatecnologia.com/electricidad/cables-fotovoltaica.html>
- Ariel, G. C. (19 de Febrero de 2021). *Análisis de viabilidad de instalación solar fotovoltaica para comunidad de vecinos*. Universidad de Zaragoza. Obtenido de <https://zaguan.unizar.es/record/106937/files/TAZ-TFG-2021-1952.pdf>
- Autosolar. (2022). *¿Cómo funciona el bombeo solar directo?* Obtenido de <https://autosolar.pe/kits-bombeo-agua-solar>
- Autosolar. (s.f.). *Controlador Bombeo Solar 220 V INVT 1,5 kW*. Obtenido de <https://autosolar.pe/controladores-bombeo-solar/controlador-bombeo-solar-220v-invt-15kw>
- Autosolar. (s.f.). *Fusible 15A 1000VDC 10x38*. Obtenido de <https://autosolar.pe/fusibles/fusible-15a-1000vdc-10x38>
- Autosolar. (s.f.). *Panel Solar 330W 24V Policristalino ERA*. Obtenido de <https://autosolar.pe/paneles-solares-24v/panel-solar-330w-24v-policristalino-era>
- Autosolar. (s.f.). *Panel Solar 400W PERC Monocristalino ERA*. Obtenido de <https://autosolar.pe/paneles-solares-24v/panel-solar-400w-perc-monocristalino-era>
- Autosolar. (s.f.). *Panel Solar 400W PERC Monocristalino ERA*. Obtenido de <https://autosolar.pe/paneles-solares-24v/panel-solar-400w-perc-monocristalino-era>
- Bermejo, D. J. (04 de Julio de 2017). *Comparacion entre VAR y TIR*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/comparacion-entre-van-y-tir.html>
- Buelot, J. D. (2015). Estudio de viabilidad técnica y económica de un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaica para riego de arroz en el Predio Los Rojas, ubicado en el distrito de Yuracyacu, provincia de Rioja, departamento de San Martín. *Estudio de viabilidad técnica y económica de un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaica para riego de arroz en el Predio Los Rojas, ubicado en el distrito de Yuracyacu, provincia de Rioja, departamento de San Martín*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/8726>

- CablexPeru. (s.f.). *CABLE INDECO NH80 1.5MM LIBRE DE HALOGENOS*. Obtenido de <https://cablexperu.ecwid.com/cable-NH80-1-5mm2-p89226755>
- Calero Lara, M. (2023). Metodología de la adaptación de la oferta y demanda de potencia en sistemas de riego a presión constante alimentados con sistemas fotovoltaicos. (*Tesis Doctoral*). Universidad de Cordoba, Cordoba - España. Obtenido de <https://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/24780>
- Carrillo Santos, L. (2019). "Diseño de un sistema fotovoltaico e inversor trifásico de alta eficiencia para aplicaciones de bombeo de agua". *"Tesis de Grado"*. Tecnológico Nacional de México, Morelos, México. Obtenido de https://www.cenidet.edu.mx/archivos/electronica/tesis/2019/396MC_lmcs.pdf
- Castañeda Quesquen, E. (2025). *Diseño de sistema de bombeo fotovoltaico para disminuir gastos de riego en la parcela Gramadal y el Palmo Oyotún*. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Oyotun - Lambayeque. Obtenido de https://tesis.usat.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/20.500.12423/8606/TL_Casta%c3%bl1edaQuesquenErnesto.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Castejon, A., & Santamaria, G. (2011). *instalaciones solares fotovoltaicas*. Obtenido de https://www.academia.edu/32308301/Instalaciones_Solares_Fotovoltaicas_Castej%C3%B3n_and_Santamar%C3%ADa
- Castillo, J. (2019). "CALCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA HIBRIDO DE GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD DE 4 kW EN EL DISTRITO DE TIABAYA 2019". (*Tesis de Pregrado*). UNIVERSIDAD AUTÓNOMA SAN FRANCISCO, Arequipa, Perú. Obtenido de <http://repositorio.uasf.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/UASF/318/JOS%C3%89%20MAR%C3%8DA%20CASTILLO%20MONTEAGUDO%20-IM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chamba, E., & Oyaque, S. (2022). *ANALISIS Y DISEÑO FOTOVOLTAICO PARA UN SISTEMA DE RIEGO UBICADO EN EL CANTON MOCACHE*. Universidad Politecnica Salesiana, Guayaquil - Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23572/1/UPS-GT003976.pdf>
- De La Matta Díaz, E., & Meza Cáceres, H. (2014). "SISTEMA AUTOMÁTICO DE CALEFACCIÓN CON ENERGÍA FOTOVOLTAICA Y EÓLICA PARA EL CONFORT TÉRMICO DE UNA VIVIENDA RURAL DE LA CIUDAD DE CASTROVIRREYNA". *"Tesis de Pregrado"*. "UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA", Huancavelica, Perú. Obtenido de <https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/788/TP%20-%20UNH%20ELECT.%200025.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Deltavolt. (2021). *Bombear Agua con Energía Solar*. Obtenido de <https://deltavolt.pe/energia-renovable/bombeo-solar/>
- Departamento de Energía Solar del IDAE. (2002). *Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red*. Obtenido de https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_5654_FV_pliego_condiciones_tecnicas_instalaciones_conectadas_a_red_02_b0077cba.pdf

- Enel, G. P. (Setiembre de 2018). *Célula fotovoltaica*. Obtenido de <https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/energias-renovables/energia-solar/celula-fotovoltaica>
- Enrique, S. (2016). "*ELECTROTECNIA BÁSICA*". Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/12002/P-1783-%20Nina%20Si%C3%B1ani%2C%20Salomon%20enrique.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Evain, C. (2020). *Bombeo solar*. Obtenido de https://www.pseau.org/outils/ouvrages/acf_bombeo_solar_pautas_para_el_diseio_del_sistema_electrico_en_la_instalacion_de_bombas_solares_guia_2020.pdf
- Figuroa, M., Parra, L., & Rodriguez, M. (2014). EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS EN HOGARES DE FAMILIAS DE ESCASOS RECURSOS DE LA COMUNA DE SAN NICOLÁS. (*Tesis de pregrado*). UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO. Obtenido de <http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/1038/1/Figuroa%20Marquez%2C%20Catalina%20Francisca.pdf>
- Frías Martínez, T. Y. (Octubre de 2012). *COLECTOR TÉRMICO FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED*. Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Chihuahua - Mexico. Obtenido de <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/780/1/Teresa%20Yadira%20Fr%C3%ADas%20Mart%C3%ADnez%20MER.pdf>
- Gestion. (2021). *Contaminación por combustibles fósiles causa 1 de cada 5 muertes mundiales*. Obtenido de <https://gestion.pe/mundo/contaminacion-por-combustibles-fosiles-causa-1-de-cada-5-muertes-mundiales-noticia/>
- Hospital, K., & Gonzales, L. (2021). "DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO ALIMENTADO POR ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ZONA DE CUNDINAMARCA". (*Tesis de pregrado*). Universidad Piloto de Colombia. Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/10814/PG-21-1-04%20Biblioteca%20VFinal.pdf?sequence=1&isAllowed=n>
- Implica, ". a. (2019). *Bombeo Solar*. Obtenido de <https://www.implica-t.com/bombeo-solar-2/>
- Ingemecanica. (s.f.). *Instalación Solar Fotovoltaica para el Bombeo de Agua para Riego*. Obtenido de <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn193.html>
- Ingemecánica. (s.f.). *Instalación Solar Fotovoltaica para Vivienda*. Obtenido de <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn192.html>
- Insolac Renovables. (14 de 05 de 2024). *El efecto Fotovoltaico*. Obtenido de <https://insolacrenovables.com/el-efecto-fotovoltaico/>
- Instituto Geologico y Minero de España. (2004). *¿Qué es una bomba de agua?* Obtenido de https://www.igme.es/ZonaInfantil/MateDivul/guia_didactica/pdf_carteles/cartel4/CA_RTEL%204_4-4.pdf

- Malaga Paucarr, K. J. (2023). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO HÍDRICO ALIMENTADO POR ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA RIEGO POR ASPERSIÓN EN 30 HECTÁREAS DEL CENTRO EXPERIMENTAL "LA RAYA" - UNA PUNO*". Universidad Católica Santa María, Puno - Perú. Obtenido de <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/12965>
- Noriega Diaz, A. (2025). *Diseño de la generación fotovoltaica tipo OFF-GRID de 25 kW para mejorar el desempeño eléctrico del sistema de bombeo de agua asociado al riego de la zona rural de Santa María – Huaura*. Universidad Tecnológica del Perú, Lima-Perú. Obtenido de https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/11896/A.Noriega_Tesis_Titulo_Profesional_2025.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ocampo, R. (2020). "Viabilidad técnica y económica de un sistema de bombeo de agua utilizando energía solar en el fundo Manto de Cristo perteneciente al sector Chaparri distrito de Chongoyape provincia de Chiclayo – Lambayeque". (*Tesis de pregrado*). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/8744>
- Ocampo, R. (2020). "Viabilidad técnica y económica de un sistema de bombeo de agua utilizando energía solar en el fundo Manto de Cristo perteneciente al sector Chaparri distrito de Chongoyape provincia de Chiclayo – Lambayeque". (*Tesis de pregrado*). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/8744>
- Online, P. S. (12 de SETIEMBRE de 2022). *¿Qué es una Bomba de Agua?* Obtenido de <https://www.pumpstoponline.com.ve/blogs/news/que-es-una-bomba-de-agua>
- Osinermin. (2009). *Decreto Legislativo de promoción de la inversión para la generación de electricidad con el uso de energías renovables*. Obtenido de <http://www2.osinermin.gob.pe/MarcoLegal/docrev/D.%20Leg.%201002-CONCORDADO.pdf>
- Osinermin. (2019). *ENERGÍAS RENOVABLES-EXPERIENCIA Y PERSPECTIVAS EN LA RUTA DEL PERÚ HACIA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA*. Obtenido de https://www.osinermin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinermin-Energias-Renovables-Experiencia-Perspectivas.pdf
- Pedrollo. (2016). *4SR Bombas Sumergibles de 4"*. Obtenido de https://www.pedrollo.com.co/public/allegati/4SR_ES_60Hz.pdf
- PUCP. (2011). *Contaminación atmosférica por el uso de combustibles fósiles en el sector industrial en la ciudad de Lima-Perú*. Obtenido de <https://investigacion.pucp.edu.pe/mes-investigacion/investigacion/contaminacion-atmosferica-por-el-uso-de-combustibles-fosiles-en-el-sector-industrial-en-la-ciudad-de-lima-peru/>
- Puyuelo, N., & García, R. (2019). "Propuesta para la remodelación de unas instalaciones escolares en Kenia". *Tesis de Grado*". Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona, barcelona, España. Obtenido de

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/180359/memoria-natalia-puyuelo-y-rosa-garcia.pdf>

- Quiroz Zamora, L. (2023). *Sistema de riego tecnificado utilizando energía solar fotovoltaica en el fundo franklin, distrito de olmos, provincia y departamento de Lambayeque*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Olmos - Lambayeque. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12893/12244>
- Ramirez Quispe, L. A. (2024). *Diseño de un sistema de generación fotovoltaico para el proceso productivo de una huerta de media hectárea de hortalizas en el distrito Los Aquijes-Ica*. Ica - Peru. Obtenido de http://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/16125/1/IV_FIN_109_TE_Ramirez_Quispe_2024.pdf
- Ranilla Carbajal, J. P. (2023). *Diseño de una estación de riego tecnificado utilizando energía solar, para el cultivo de paltas en el Valle de Chilina, Arequipa*. Universidad Continental, Huancayo . Peru. Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/13882/8/IV_FIN_111_TE_Mamani_Ranilla_2023.pdf
- Salazar, E. A. (2017). "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTÓNOMO PARA ILUMINACIÓN DOMICILIARIA". *"Tesis de Pregrado"*. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA, Pereira, Colombia. Obtenido de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/8534/62131244M337d.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sandoval, C. A. (11 de Enero de 2019). "Diseño de sistema fotovoltaico para suministrar energía eléctrica al sistema de bombeo del fundo El Ciruelo caserío la Pintada-Túcume". *Tesis de Pre Grado*. Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/41194/Chozo_SCA.pdf?sequence=1
- Sencico. (2013). *INSTALACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS*. Obtenido de https://energypedia.info/images/0/0b/Gu%C3%ADa_de_instalaci%C3%B3n_de_SFD_-_2013.pdf
- Soluciones y Equipos OC. (30 de 06 de 2021). *SISTEMA DE BOMBEO SOLAR*. Obtenido de <https://www.solucionesoc.com/post/qu%C3%A9-es-un-sistema-de-bombeo-solar-fotovoltaico>
- Tello, C. (2010). *SISTEMA DE SEGUIMIENTO AUTOMÁTICO DEL SOL PARA OPTIMIZAR LA CAPTACIÓN DE ENERGÍA EN CELDAS FOTOVOLTAICAS*. (*Tesis de pregrado*). Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3887/1/T-ESPEL-0730.pdf>
- tracesoftware. (2020). *¿QUÉ ES UN SISTEMA DE BOMBEO SOLAR FOTOVOLTAICO?* Obtenido de <https://www.trace-software.com/es/que-es-un-sistema-de-bombeo-solar-fotovoltaico/>

Troyer, D. (18 de SETIEMBRE de 2020). *¿Por qué es necesario el análisis de Weibull?*
Obtenido de <https://esp.reliabilityconnect.com/por-que-es-necesario-el-analisis-de-weibull/>

Valdiviezo, P. (2014). “DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 15 COMPUTADORAS PORTÁTILES EN LA PUCP”. (*Tesis de pregrado*). PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ. Obtenido de https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5447/VALDIVIEZO_PAULO_DISE%c3%91O_SISTEMA_FOTOVOLTAICO_ENERGIA_ELECTRICA_PUCP.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

ANEXO N°01. CUESTIONARIO

ANEXO N°02. GUIA DE OBSERVACION

ANEXO N°03. GUIA DE ANALISIS DOCUMENTAL

**ANEXO N°04. MAPAS DE RECURSOS RENOVABLES ENERGÉTICOS EN LA
REGIÓN LAMBAYEQUE.**

**ANEXO N°05. CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA SUMERGIBLE PEDROLLO
4SR75GM/15**

**ANEXO N°06. CARACTERÍSTICAS CONTROLADOR DE BOMBEO SOLAR 220V
INVT 1,5KW.**

**ANEXO N°07. CARACTERÍSTICA PANEL SOLAR 400W MONOCRISTALINO
ERA.**

ANEXO N°08. FICHA TECNICA CONDUCTOR NH80 1,5MM.

ANEXO N°09. FICHA TECNICA FUSE 10X38 15A 1000 VDC GPV

**ANEXO N°10. DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA DE BOMBEO SOLAR
FOTOVOLTAICO**

ANEXO N°01.
CUESTIONARIO

FECHA: 18/12/2024

CUESTIONARIO

1. Tamaño del campo sembrado con maíz:

2 Hectareas

2. Tipo de maíz:

Maíz Amarillo

3. Duración del riego:

5-6 meses

4. Horas de riego:

6-8 horas por hectárea en un intervalo de 6 días a una semana entre riego y riego

5. Gasto en combustible:

1/2 gal de gasolina por cada hora de Riego. En una jornada de 12 horas serían 6 gal promedio.

6. Gasto de transporte de combustible:

20 soles entre ida y vuelta al galpón más cercano, el cual es el galpón San Andrés en la entrada de Tuma

7. Costo de mantenimiento:

100 soles cada 2 meses, 600 soles anualmente.

8. Potencia de la bomba existente:

9Hp

9. Capacidad del tanque de combustible:

5 litros.

10. Profundidad del pozo donde se extrae el agua para riego:

10 metros.

11. Diámetro de la tubería que extrae el agua del pozo:

8 pulgadas.

ANEXO N°02.

GUÍA DE OBSERVACIÓN

GUÍA DE OBSERVACIÓN

TEMA: DISEÑO Y EVALUACIÓN TÉCNICO- ECONÓMICA DE UN SISTEMA DE BOMBEO PARA RIEGO AGRÍCOLA EN EL FUNDO FRANCISCOS, DISTRITO DE TUMÁN, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

OBJETIVO:

Verificar las condiciones para el sistema de bombeo fotovoltaico.

Nombre del estudiante responsable	Fundo:
--	---------------

INSTRUCCIONES:

A continuación, se le presenta una serie de opciones.

	Variables a evaluar	
	MARCO GENERAL	OBSERVACIONES
1	Los accesos al fundo son apropiados.	
2	Distancia del fundo al pueblo más cercano.	
3	El clima es variable.	
4	El fundo se encuentra rodeado de montañas.	
5	Fuentes de agua cercanas.	
6	Ubicación del Pozo y profundidad.	
7	Ubicación del terreno, número de hectáreas.	
8	Equipos de bombeo utilizados y condiciones.	
9	Tipo de riego utilizado actualmente.	
10	Tipo de Siembra	

ANEXO N°03.

GUÍA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

GUÍA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

Título de la investigación:

DISEÑO Y EVALUACIÓN TÉCNICO- ECONÓMICA DE UN SISTEMA DE BOMBEO PARA RIEGO AGRÍCOLA EN EL FUNDO FRANCISCOS, DISTRITO DE TUMÁN, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

FECHA DE APLICACIÓN:

Recomendaciones para la aplicación del Análisis Documental.

Para lograr un análisis profundo y completo de los documentos, serán revisados la información y recabadas por medio de un formato donde se incluirán los siguientes aspectos:

Instrumento para la clasificación de fuentes y análisis documental

Categoría	Clasificación	
1. Procedencia	Artículo en revista científica	Original
		De Revisión
		Resultado de Investigación
		Reporte de Caso
		Carta al Editor
		Editorial
		Revista indexada
		Revista no indexada
	Libro	Completo
		Capítulo de Libro
	Otros	Monografía
		Ponencia en congreso, simposio o seminario
		Memorias de congreso, simposio o seminario
		Documento electrónico
		Revista en la Internet
		Material audiovisual
		Documento Legal
		Material no publicado
		Otro:
	Tesis – Trabajo de Grado	Pregrado
Maestría		
Doctorado		
Lugar de procedencia	Ciudad	
	Editorial	nombre
2. Fuentes y Fecha	Número de fuentes referidas	
	Año de publicación	
3. Datos del(os) autor(es)	Autor 1	
	Autor 2	
	Autor 3	
	Autor 4	

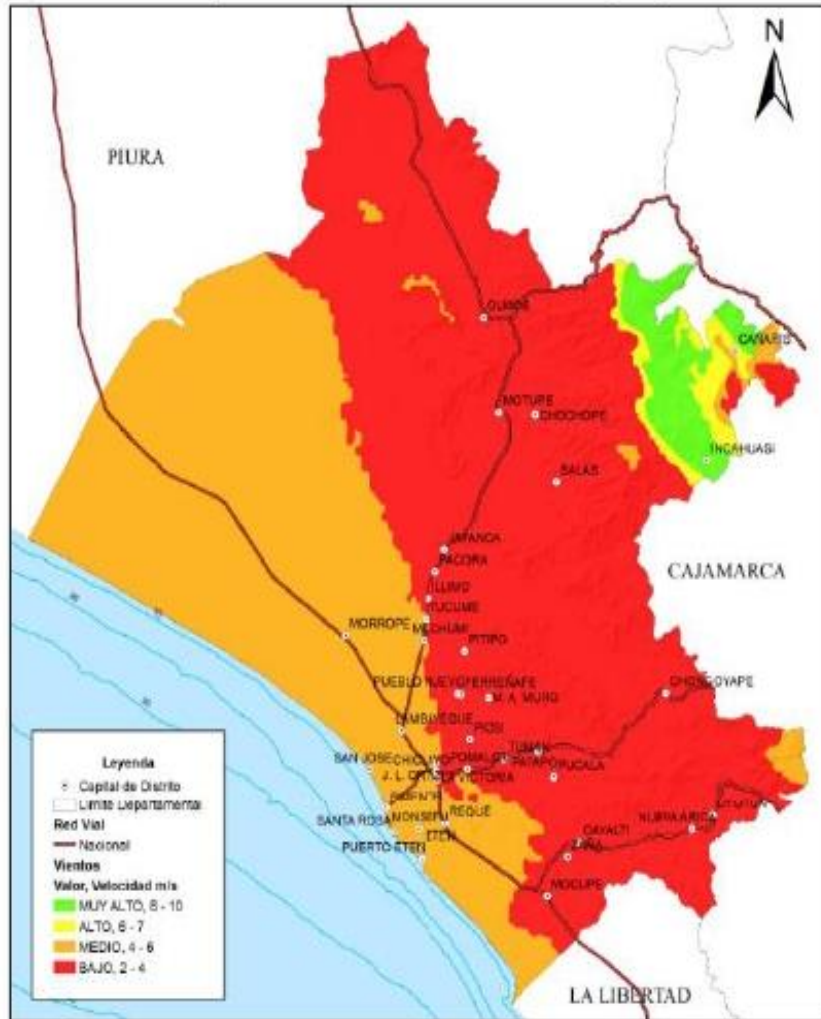
Título o etapa	Resumen – interpretación – extracción de información
Categoría1	
Categoría2	
Categoría3	

ANEXO N°04.

MAPAS DE RECURSOS RENOVABLES

ENERGÉTICOS EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE

Mapa N°14. Energía Renovable – Eólica del departamento de Lambayeque



Mapa N°15. Energía Renovable – Solar del departamento de Lambayeque



ANEXO N°05.

CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA

SUMERGIBLE PEDROLLO 4SR75GM/15

4SR

Electrobombas sumergidas de 4"

-  Agua limpia
(Contenido de arena máximo 150 g/m³)
-  Utilizo doméstico
-  Utilizo civil
-  Utilizo industrial



CAMPO DE PRESTACIONES

- Caudal hasta **450 l/min** (27 m³/h)
- Altura manométrica hasta **425 m**

LIMITES DE UTILIZO

- Temperatura máxima del fluido hasta **+35 °C**
- Contenido de arena máximo **150 g/m³**
- Profundidad de utilizo hasta **100 m** bajo el nivel del agua con cable de alimentación de longitud adecuada
- Funcionamiento:
 - en vertical
 - en horizontal con los siguientes límites:
 - 4SR7G - 4SR10G - 4SR13G - 4SR25G **18 etapas**
 - 4SR33G - 4SR45G - 4SR60G - 4SR75G - 4SR90G **10 etapas**
- Arranques/hora: **20** a intervalos regulares
- Flujo de enfriamiento motor mínimo **8 cm/s**
- Funcionamiento continuo **S1**

EJECUCION Y NORMAS DE SEGURIDAD

MOTOR ELECTRICO

- Monofásica 220 V - 60 Hz
- Trifásica 380 V - 60 Hz

Cable de alimentación de:

- **1.7 m** para potencias de 0.37 a 3 kW
- **2.7 m** para potencias de 4 a 7.5 kW

➔ Las versiones monofásicas **4SR-PD** incluyen el condensador en el interior del embalaje.

EN 60335-1
IEC 60335-1
CEI 61-150

EN 60034-1
IEC 60034-1
CEI 2-3



CERTIFICACIONES

Empresa con sistema de gestión certificado DNV
ISO 9001: CALIDAD
ISO 14001: AMBIENTE



UTILIZOS E INSTALACIONES

Se aconsejan para bombear agua limpia con contenido de arena no superior a **150 g/m³**. Debido al alto rendimiento y fiabilidad, son aptas para usos en el campo doméstico, civil e industrial, para la distribución del agua en acoplamiento con autoclaves, riegos, instalaciones de lavado, aumento de presión para instalaciones antiincendio, etc.

PATENTES - MARCAS - MODELOS

- Patente n° EP09781276.2

EJECUCION BAJO PEDIDO

- Cuerpo bomba con bocas roscadas ISO 228/1
- Otros voltajes
- **Kit camisa de enfriamiento completo con filtro y soportes**



GARANTIA

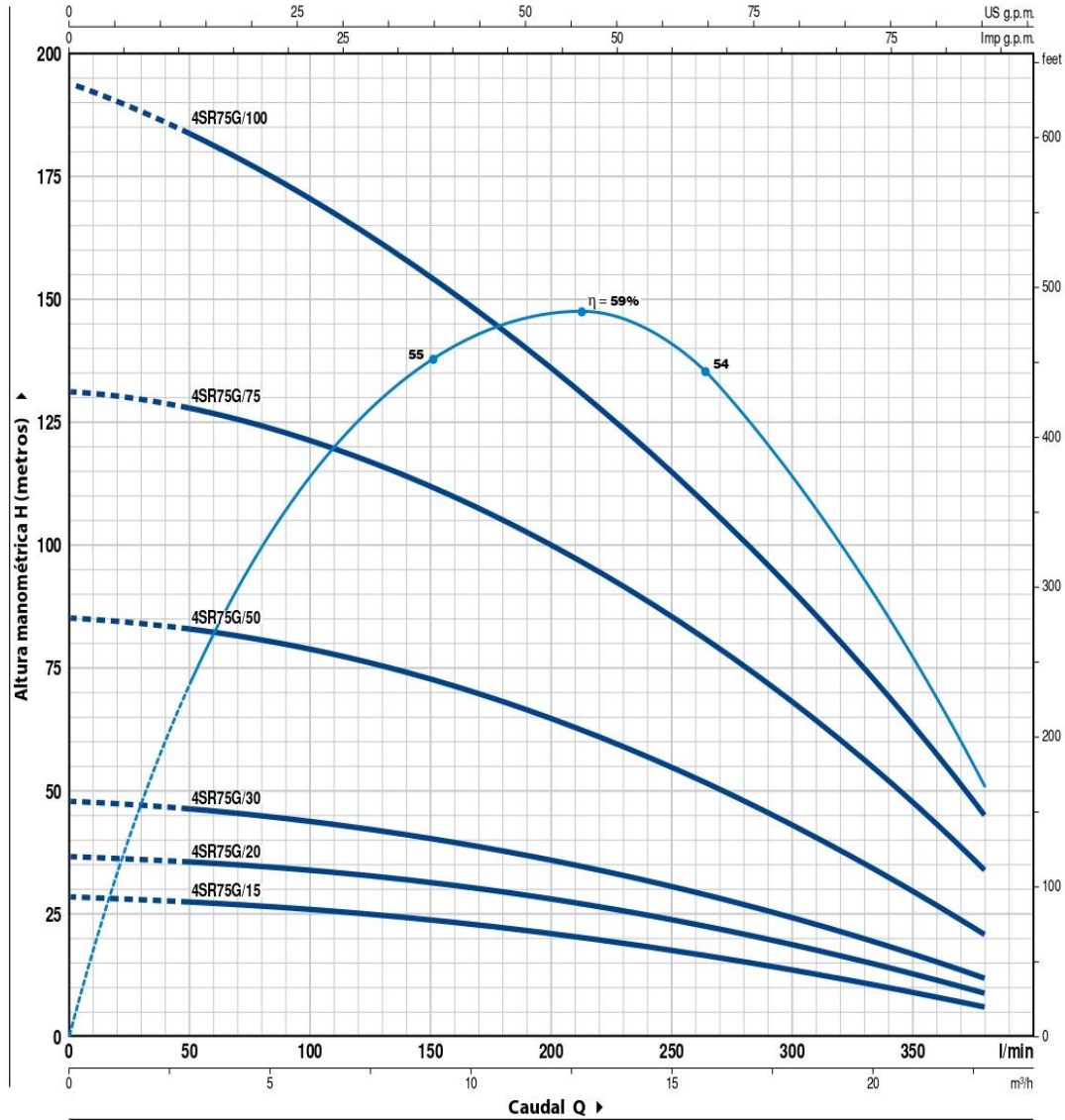
2 años según nuestras condiciones generales de venta

4SR75G



CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES

60 Hz n= 3450 rpm

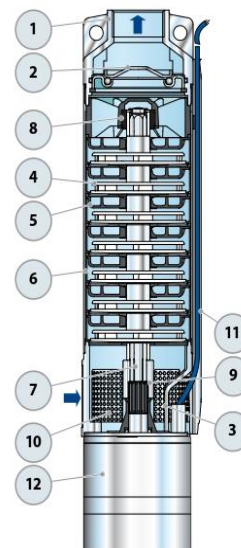


MODELO		POTENCIA (P ₂)		Q	Flow Rate (Q)									
Monofásica	Trifásica	kW	HP		m ³ /h	0	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	18.0	21.0	22.8
4SR75Gm/15	4SR75G/15	1.1	1.5	H metros	0	50	100	150	200	250	300	350	380	
4SR75Gm/20	4SR75G/20	1.5	2		28	27	25.5	23.5	21	18	14	9	6	
4SR75Gm/30	4SR75G/30	2.2	3		36	36	34	32	28	23	18	12.5	9	
-	4SR75G/50	3.7	5		47	46	44	40	35	30	22.5	17	12	
-	4SR75G/75	5.5	7.5		85	83	79	72	64.5	54	42	28.5	21	
-	4SR75G/100	7.5	10		130	127	122	113	102	85	66	46	34	
-	-	-	-		192	185	173	156	135	112	87	61	46	

Q= Caudal H= Altura manométrica total

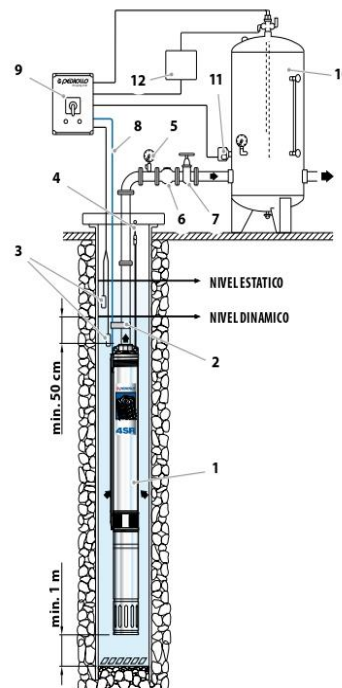
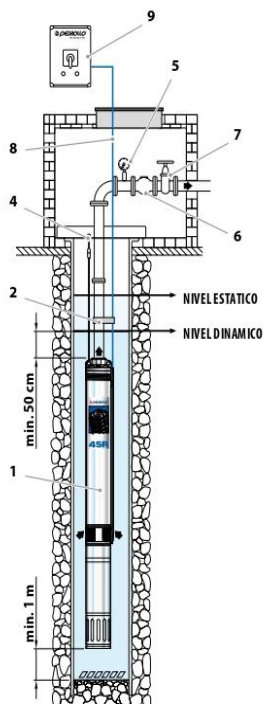
Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO9906 Grado 3B.

POS. COMPONENTE	CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS
1 CUERPO DE IMPULSION	Acero inoxidable micro fundido AISI 304 dotado de boca de impulsión roscada NPT ANSI B 1.20.1
2 VALVULA DE RETENCION	Acero inoxidable AISI 304
3 SOPORTE	Acero inoxidable AISI 304, dimensiones según norma NEMA
4 RODETE	Lexan 141-R
5 DIFUSOR	Noryl FE1520PW
6 CAJA PORTA DIFUSOR	Acero inoxidable AISI 304
7 EJE BOMBA	Acero inoxidable AISI 304
8 RODAMIENTOS BOMBA	Parte fija en tecnopolímero especial y parte rotatoria en acero inoxidable AISI 316 revestida de óxido de cromo para resistir a la arena
9 CASQUILLO	Acero inoxidable AISI 316L hasta 2.2 kW; Acero inoxidable AISI 304 para potencias superiores
10 FILTRO	Acero inoxidable AISI 304
11 PROTECTOR CABLE	Acero inoxidable AISI 304
12 MOTOR 4"	4PD = motor en baño de aceite "PEDROLLO"



EJEMPLO DE INSTALACION

- 1) Electrobomba sumergida
- 2) Cintas para fijar el cable de alimentación
- 3) Sondas control nivel contra la marcha en seco
- 4) Soporte y cable de anclaje
- 5) Manómetro
- 6) Válvula de retención
- 7) Válvula de compuerta del caudal
- 8) Cable de alimentación eléctrica
- 9) Cuadro eléctrico
- 10) Depósito autoclave
- 11) Presóstato
- 12) Electro-válvula/electro-compresor



- ➔ La instalación de las electrobombas 4SR es apta para pozos con un diámetro no inferior a 4" (100 mm). La electrobomba sumergida se baja al pozo mediante el tubo de impulsión hasta una profundidad tal que garantice su total inmersión (min, 50 cm y por lo menos 1 metro desde el fondo del pozo) incluso mientras funciona, cuando se aprecia una disminución del líquido en el pozo. Cuando la electrobomba sumergida se instala en un pozo, se aconseja asegurarla con un cable de acero inoxidable para conectarla a los específicos enganches de la boca de impulsión.

4SR-PD

Electrobombas sumergidas con motor 4PD "PEDROLLO"

DIMENSIONES Y PESOS



MODELO	BOCA DN	N° ETAPAS	DIMENSIONES mm				kg 1~		
			Ø	h1	h2	h			
4SR7G/7 - PD	1 1/4"	16	98	455	356	811	13.9		
4SR7G/10 - PD		21		572	371	943	16.8		
4SR7G/15 - PD		27		684	386	1070	19.1		
4SR7G/20 - PD		34		913	436	1349	22.5		
4SR7G/30 - PD		42		1060	481	1541	27.3		
4SR10G/5 - PD		7		290	331	621	10.8		
4SR10G/7 - PD		11		364	356	720	12.9		
4SR10G/10 - PD		14		419	371	790	15.2		
4SR10G/15 - PD		18		517	386	903	17.2		
4SR10G/20 - PD		24		628	436	1064	18.9		
4SR10G/30 - PD		30		764	481	1245	23.5		
4SR13G/7 - PD		9		327	356	683	12.5		
4SR13G/10 - PD		11		364	371	735	14.6		
4SR13G/15 - PD		15		437	386	823	16.6		
4SR13G/20 - PD		20		554	436	990	18.7		
4SR13G/30 - PD		27		683	481	1164	22.6		
4SR25G/5 - PD		5		270	331	601	10.5		
4SR25G/7 - PD		6		292	356	648	12.1		
4SR25G/10 - PD		7		314	371	685	14.0		
4SR25G/15 - PD		10		380	386	766	15.8		
4SR25G/20 - PD		13		446	436	882	16.9		
4SR25G/30 - PD		17		558	481	1039	21.2		
4SR33G/5 - PD		2"		3	98	251	331	582	10.8
4SR33G/7 - PD				4		281	356	637	12.2
4SR33G/10 - PD				5		311	371	682	14.1
4SR33G/15 - PD				6		341	386	727	15.3
4SR33G/20 - PD				8		401	436	837	16.2
4SR33G/30 - PD				11		516	481	997	20.4
4SR45G/10 - PD				3		251	371	622	13.5
4SR45G/15 - PD				4		281	386	667	14.8
4SR45G/20 - PD				6		341	436	777	15.7
4SR45G/30 - PD				8		401	481	882	19.4
4SR60G/15 - PD				4		365	386	751	15.3
4SR60G/20 - PD				5		416	436	852	16.1
4SR60G/30 - PD				7		518	481	999	20.2
4SR75G/15 - PD				3		314	386	700	14.9
4SR75G/20 - PD				4		365	436	801	15.7
4SR75G/30 - PD				5		416	481	897	19.3
4SR90G/20 - PD				3		317	436	753	15.4
4SR90G/30 - PD				4		369	481	850	19.0

MODELO	BOCA DN	N° ETAPAS	DIMENSIONES mm			kg 3~					
			Ø	h1	h2		h				
4SR7G/7 - PD	1 1/4"	16	98	455	331	786	12.6				
4SR7G/10 - PD		21		572	356	928	15.1				
4SR7G/15 - PD		27		684	371	1055	17.2				
4SR7G/20 - PD		34		913	386	1299	21.0				
4SR7G/30 - PD		42		1060	436	1496	24.1				
4SR10G/5 - PD		7		290	311	601	10.1				
4SR10G/7 - PD		11		364	331	695	11.6				
4SR10G/10 - PD		14		419	356	775	13.5				
4SR10G/15 - PD		18		517	371	888	15.3				
4SR10G/20 - PD		24		628	386	1014	17.4				
4SR10G/30 - PD		30		764	436	1200	20.3				
4SR10G/50 - PD		46		1134	610	1744	33.3				
4SR13G/7 - PD		9		327	331	658	11.2				
4SR13G/10 - PD		11		364	356	720	12.9				
4SR13G/15 - PD		15		437	371	808	14.7				
4SR13G/20 - PD		20		554	386	940	17.2				
4SR13G/30 - PD		27		683	436	1119	19.4				
4SR13G/50 - PD		42		1060	610	1670	32.5				
4SR25G/5 - PD		5		270	311	581	9.8				
4SR25G/7 - PD		6		292	331	623	10.8				
4SR25G/10 - PD		7		314	356	670	12.3				
4SR25G/15 - PD		10		380	371	751	13.9				
4SR25G/20 - PD		13		446	386	832	15.4				
4SR25G/30 - PD		17		558	436	994	18.0				
4SR25G/50 - PD		28		800	610	1410	28.9				
4SR25G/75 - PD		42		1207	700	1907	38.6				
4SR25G/100 - PD		54		1520	800	2320	46.8				
4SR33G/5 - PD		98		3	98	251	311	562	10.1		
4SR33G/7 - PD				4		281	331	612	10.9		
4SR33G/10 - PD				5		311	356	667	12.4		
4SR33G/15 - PD				6		341	371	712	13.4		
4SR33G/20 - PD				8		401	386	787	14.7		
4SR33G/30 - PD				11		516	436	952	17.2		
4SR33G/50 - PD				18		726	610	1336	27.6		
4SR33G/75 - PD				27		1019	700	1719	35.3		
4SR33G/100 - PD				34		1305	800	2105	44.7		
4SR45G/10 - PD				2"		3	98	251	356	607	11.8
4SR45G/15 - PD						4		281	371	652	12.9
4SR45G/20 - PD						6		341	386	727	14.2
4SR45G/30 - PD						8		401	436	837	16.2
4SR45G/50 - PD						13		576	610	1186	26.2
4SR45G/75 - PD						21		840	700	1540	33.3
4SR45G/100 - PD	27		1019			800		1819	39.6		
4SR60G/15 - PD	4		365			371		736	13.4		
4SR60G/20 - PD	5		416			386		802	14.6		
4SR60G/30 - PD	7	518	436		954	17.0					
4SR60G/50 - PD	12	810	610		1420	28.1					
4SR60G/75 - PD	18	1154	700		1854	35.7					
4SR60G/100 - PD	25	1548	800		2348	44.1					
4SR75G/15 - PD	3	314	371		685	13.0					
4SR75G/20 - PD	4	365	386		751	14.2					
4SR75G/30 - PD	5	416	436		852	16.1					
4SR75G/50 - PD	9	658	610		1268	26.7					
4SR75G/75 - PD	14	950	700		1650	33.6					
4SR75G/100 - PD	19	1206	800	2006	40.2						
4SR90G/20 - PD	3	317	386	703	13.9						
4SR90G/30 - PD	4	369	436	805	15.8						
4SR90G/50 - PD	7	525	610	1135	25.4						
4SR90G/75 - PD	11	770	700	1470	32.2						
4SR90G/100 - PD	15	1016	800	1816	38.5						

4SR-HYD

DIMENSIONES Y PESOS (SOLO HIDRAULICA)



MODELO Hidraulica	BOCA DN	N° ETAPAS	DIMENSIONES mm			kg
			Ø	h1	h	
4SR7G/7 - HYD	1 1/4"	16	98	455	458	5.4
4SR7G/10 - HYD		21		572	575	6.6
4SR7G/15 - HYD		27		684	687	7.8
4SR7G/20 - HYD		34		913	916	10.8
4SR7G/30 - HYD		42		1060	1063	12.4
4SR10G/5 - HYD		7		290	293	3.6
4SR10G/7 - HYD		11		364	367	4.4
4SR10G/10 - HYD		14		419	422	5.0
4SR10G/15 - HYD		18		517	520	5.9
4SR10G/20 - HYD		24		628	631	7.2
4SR10G/30 - HYD		30		764	767	8.6
4SR10G/50 - HYD		46		1134	1137	13.2
4SR13G/7 - HYD		9		327	330	4.0
4SR13G/10 - HYD		11		364	367	4.4
4SR13G/15 - HYD		15		437	440	5.3
4SR13G/20 - HYD		20		554	557	7.0
4SR13G/30 - HYD		27		683	686	7.7
4SR13G/50 - HYD		42		1060	1063	12.4
4SR25G/5 - HYD		5		270	273	3.3
4SR25G/7 - HYD		6		292	295	3.6
4SR25G/10 - HYD	7	314	317	3.8		
4SR25G/15 - HYD	10	380	383	4.5		
4SR25G/20 - HYD	13	446	449	5.2		
4SR25G/30 - HYD	17	558	561	6.3		
4SR25G/50 - HYD	28	800	803	8.8		
4SR25G/75 - HYD	42	1207	1210	13.9		
4SR25G/100 - HYD	54	1520	1523	17.8		
4SR33G/5 - HYD	98	3	98	251	254	3.6
4SR33G/7 - HYD		4		281	284	3.7
4SR33G/10 - HYD		5		311	314	3.9
4SR33G/15 - HYD		6		341	344	4.0
4SR33G/20 - HYD		8		401	404	4.5
4SR33G/30 - HYD		11		516	519	5.5
4SR33G/50 - HYD		18		726	729	7.5
4SR33G/75 - HYD		27		1019	1022	10.6
4SR33G/100 - HYD		34		1305	1308	15.7
4SR45G/10 - HYD		3		251	254	3.3
4SR45G/15 - HYD	4	281	284	3.5		
4SR45G/20 - HYD	6	341	344	4.0		
4SR45G/30 - HYD	8	401	404	4.5		
4SR45G/50 - HYD	13	576	579	6.1		
4SR45G/75 - HYD	21	840	843	8.6		
4SR45G/100 - HYD	27	1019	1022	10.6		
4SR60G/15 - HYD	2"	4	98	365	368	4.0
4SR60G/20 - HYD		5		416	419	4.4
4SR60G/30 - HYD		7		518	521	5.3
4SR60G/50 - HYD		12		810	813	8.0
4SR60G/75 - HYD		18		1154	1157	11.0
4SR60G/100 - HYD		25		1548	1551	15.1
4SR75G/15 - HYD		3		314	317	3.6
4SR75G/20 - HYD		4		365	368	4.0
4SR75G/30 - HYD		5		416	419	4.4
4SR75G/50 - HYD		9		658	661	6.6
4SR75G/75 - HYD	14	950	953	8.9		
4SR75G/100 - HYD	19	1206	1209	11.2		
4SR90G/20 - HYD	98	3	98	317	320	3.7
4SR90G/30 - HYD		4		369	372	4.1
4SR90G/50 - HYD		7		525	528	5.3
4SR90G/75 - HYD		11		770	773	7.5
4SR90G/100 - HYD		15		1016	1019	9.5

ANEXO N°06.

CARACTERÍSTICAS CONTROLADOR

DE BOMBEO SOLAR 220V INVT 1,5KW.



Solar Pumping Controller



Efficient

Support driving single phase 220V motor and three phase 220V/380V motor .
 Support multiple types of pumps.
 Optional water level detection.
 Wide operation voltage range, multi PV strings configuration, save PV module cost.



Smart

Digital intelligent control can flexibly adjust and set the pump speed range.



Reliable

IP65 and fanless design, with convenient installation, maintenance free.
 Soft start function, over-voltage, over-current, over-load, lower-load protection, deceleration stop avoid water hammer effect etc.



ACT witness Lab certified by TÜV SÜD



INVT Official Website

Type Selection

BPD - 2K2 - TN - AC

①

②

③

④

No.	Sign	Description	Remarks
①	BPD	Product series name	Name of the PV pumping controller series
②	2K2	AC output power	2K2: 2200W
③	TN	Technical type	TR: 3PH TN: 1PH/3PH
④	AC	Extension code	The default is a standard model; AC indicates that AC input is supported; ACS indicates that AC input is provided and a DC switch is configured.

Specification

Model	BPD0K7 TN(AC)	BPD1K5 TN(AC)	BPD2K2 TN(AC)	BPD004 TNAC	BPD2K2 TRAC(S)	BPD004 TRAC(S)	BPD5K5 TRAC(S)
DC Input							
Maximum input DC voltage (V)	450			800			
Starting voltage (V)	80	100			220		
Minimum working voltage (V)	60	80			180		
Recommended MPP voltage (V)	80-400	100-400			220-750		
Input channel	One MC4 connector	One MC4 connector	One MC4 connector	Two MC4 connectors	One MC4 connector	Two MC4 connectors	
Maximum input DC current (A)	9	12	12	20	9	20	20
Bypass AC input (model supporting mains input)							
Input voltage (Vac)	220/230/240(1PH) (-15%~+10%)				380(3PH) (-15%) ~440(+10%)		
Input frequency (Hz)	47-63						
AC input terminal	1P2L (L,N,PE)				3P4L (R,S,T,PE)		
AC OUTPUT							
Rated power (W)	750	1500	2200	4000	2200	4000	5500
Rated current (A)	5.1 (1PH) 4.2 (3PH)	10.2 (1PH) 7.5 (3PH)	14 (1PH) 10 (3PH)	25 (1PH) 16 (3PH)	5.5	9.5	14
Output voltage (Vac)	0-Input voltage						
Output wiring mode	1P2L: 1PH motor 1PH control 2P3L: 1PH motor 2PH control 3P3L: Connected to 3PH asynchronous motor				3P3L: Connected to 3PH asynchronous motor		
Output frequency (Hz)	1-400						
Control							
Control mode	V/F						
Motor type	Asynchronous motor (1PH/3PH)				Asynchronous motor (3PH)		
Others							
Dimensions (WxDxH) (mm)	255x300x137	280x300x137	410x360x160	337x360x160	460x360x160		
Net weight (kg)	6.4	7	13.5	10.8	14.4	14.5	
Package weight (kg)	8.5	9	16	13.5	17.25	18.85	
Protective degree	IP65						
Cooling	Natural cooling						
HMI	External LED keypad						
Communication terminal							
External communication	RS485/3 digital input						
Communication interface	Multi-core waterproof connector						
Certification							
Standards	CE; EMC meets the requirements of IEC61800-3 C3.						
Operating environment							
Environment temperature	-25-60°C (derating above 45°C)						
Altitude	3000 m (derating above 2000m)						
Recommended solar array configuration							
250-280Wp(Voc 37±1V)	5'1	8'1	10'1	10'2	10'1	10'2	14'2
300-330Wp(Voc 45±1V)	4'1	7'1	8'1	8'2	8'1	8'2	12'2



Service line: 86-755-23535967 E-mail: overseas@invt.com.cn Website: www.invt.com

SHENZHEN INVT ELECTRIC CO.,LTD.

INVT Guangming Technology Building, Songbai Road, Matian, Guangming District, Shenzhen, China
66003-00203 20210609(V4.0)

ANEXO N°07.

CARACTERÍSTICA PANEL SOLAR

400W MONOCRISTALINO ERA.



ESPSC

Monocrystalline Solar Module

- Q High-quality**
With 72 cells and 5 bypass diodes in power classes from 380 to 400 Wp for grid connected systems.
- \$ Reliable**
The high quality level of ERA SOLAR guarantees long life-time and high earnings.
- kg Solid**
An Aluminium hollow-chamber frame on each side combined with low-iron and tempered solar glass ensures high load capacity resistance.
- Wp Performance guarantee**
ERA SOLAR grants a power guarantee of 90% of nominal power output up to 10 years and 80% up to 25 years.



WATTS POSITIVE TOLERANCE



YEARS PRODUCT WARRANTY



YEARS PERFORMANCE GUARANTEE 90%



YEARS PERFORMANCE GUARANTEE 80%



Zhejiang ERA Solar Technology Co., Ltd.
www.erasolar.com.cn



ESPSC

Monocrystalline Solar Module

SPECIFICATIONS	
Dimensions	1979 x 1002 x 40mm
Weight	22.5 kg
Frame	Aluminium hollow-chamber frame on each side
Glass	Low-iron and tempered glass 3.2 mm
Cells	72 pcs Mono PERC (158.75 x 158.75 mm)
Cell Embedding	EVA
Back-Foil	FEVE / PET / FEVE
Junction Box	TUV certified
Cable	4 mm ² solar cable 2 x 900 mm or Customized Length
Temperature Range	-40°C ... +85°C
Load Capacity	5400Pa(IEC 61215)40mm

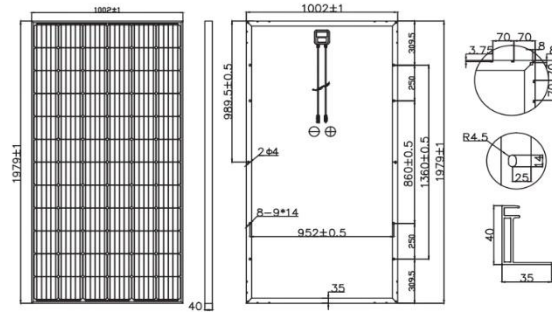
Application class	Class A
Electrical protection class	Class II
Fire safety class	Class C
Product warranty	10 years
Power	10 years 90% Guarantee 25 years 80%

Packaging Configuration
(Two pallets = One stack)
27pcs/pallet, 54pcs/stack,
594pcs/40'HQ Container

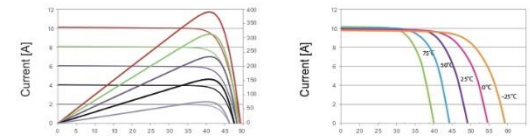
CHARACTERISTICS	
Max. System Voltage	1000V/DC
Temperature-Coefficient I_{sc}	+0.02973%/°K
Temperature-Coefficient V_{oc}	-0.38038%/°K
Temperature-Coefficient P_{mp}	-0.57402%/°K
NOCT***	45°C

CERTIFICATES	
IEC 61215 edition 2 (TUV Nord) (TUV Rheinland)	
IEC 61730 MCS INMETRO	
CE CEC SALT-MIST UL1703 CSA PID Resistant	

INSURANCE
Chubb



CURRENT-VOLTAGE CURVES



Module characteristics at constant module temperatures of 25°C and variable levels of irradiance

Module characteristics at variable module temperatures and constant irradiance of 1.000 W/m²

ESPSC TYPE	380M	385M	390M	395M	400M
Power Class	380Wp	385Wp	390Wp	395Wp	400Wp
Max. Power Voltage (V_{mp}) at STC**	40.5V	40.8V	41.1V	41.4V	41.7V
Max. Power Current (I_{mp}) at STC	9.39A	9.44A	9.49A	9.55A	9.60A
Open Circuit Voltage (V_{oc}) at STC	48.9V	49.1V	49.3V	49.5V	49.8V
Short Circuit Current (I_{sc}) at STC	9.75A	9.92A	10.12A	10.23A	10.36A
Module Efficiency	19.16%	19.42%	19.67%	19.92%	20.17%

* MPP: Maximum Power Point
** STC (Standard Test Conditions): 1000W/m², 25°C, AM 1.5
*** Normal Operating Cell Temperature



ERA SOLAR and the ERA SOLAR logo are trademarks or registered trademarks of ERA SOLAR Corporation.
© October 2019 ERA SOLAR Corporation. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

ANEXO N°08.

FICHA TÉCNICA CONDUCTOR NH80 1,5MM.

FREETOX NH-80

Usos

Aplicación especial en aquellos ambientes poco ventilados en los cuales ante un incendio, las emisiones de gases tóxicos, corrosivos y la emisión de humos oscuros, pone en peligro la vida y destruye equipos eléctricos y electrónicos, como, por ejemplo, edificios residenciales, oficinas, plantas industriales, cines, discotecas, teatros, hospitales, aeropuertos, estaciones subterráneas, etc.

En caso de incendio aumenta la posibilidad de sobrevivencia de las posibles víctimas al no respirar gases tóxicos y tener una buena visibilidad para el salvamento y escape del lugar. Generalmente se instalan en tubos conduit.

Descripción

Conductor de cobre electrolítico recocido, sólido o cableado. Aislamiento de compuesto termoplástico no halogenado HFFR.

Características

Es retardante a la llama, baja emisión de humos tóxicos y libre de halógenos.

Marca

INDECO S.A. FREETOX NH-80 450/750 V <Sección> <Año> <Metrado Secuencial>

Calibres

1.5 mm² - 300 mm²

Embalaje

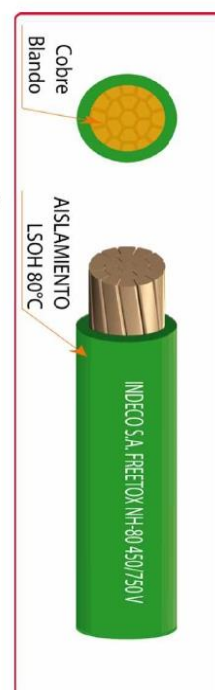
De 1.5 a 10 mm², en rollos estándar de 100 metros.

De 16 a 300 mm², en carretes de madera.

Colores

De 1.5 a 10 mm²: blanco, negro, rojo, azul, amarillo, verde y verde / amarillo.

Mayores de 10 mm² sólo en color negro (*).



Norma(s) de Fabricación
 NTP 370.252
Tensión de servicio
 450/750 V
Temperatura de operación
 80°C

(*). A solicitud del cliente se puede cambiar de color.

TABLA DE DATOS TECNICOS NH - 80

CALIBRE CONDUCTOR	N° HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPEJOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (*)	
							AIRE	DUCTO
mm ²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
1.5	7	0.52	1.50	0.7	2.9	20	18	14
2.5	7	0.66	1.92	0.8	3.5	31	30	24
4	7	0.84	2.44	0.8	4.0	46	35	31
6	7	1.02	2.98	0.8	4.6	65	50	39
10	7	1.33	3.99	1.0	6.0	110	74	51
16	7	1.69	4.67	1.0	6.7	167	99	68
25	7	2.13	5.88	1.2	8.3	262	132	88
35	7	2.51	6.92	1.2	9.3	356	165	110
50	19	1.77	8.15	1.4	11.0	480	204	138
70	19	2.13	9.78	1.4	12.6	678	253	165
95	19	2.51	11.55	1.6	14.8	942	303	198
120	37	2.02	13.00	1.6	16.2	1174	352	231
150	37	2.24	14.41	1.8	18.0	1443	413	264
185	37	2.51	16.16	2.0	20.2	1809	473	303
240	37	2.87	18.51	2.2	22.9	2368	528	352
300	37	3.22	20.73	2.4	25.5	2963	633	391

(*) TEMPERATURA AMBIENTE 30°C.

NO MAS DE TRES CONDUCTORES POR DUCTO.

ANEXO N°09.

FICHA TÉCNICA FUSE

10X38 15A 1000 VDC GPV

Hoja técnica



FUSE 10X38 15A 1000 VDC GPV

Weidmüller Interfaces GmbH & Co. KG

Postfach 3030

32760 Detmold

Tel. +49 5231 14-0

Fax. +49 5231 14-2083

info@weidmueller.com

www.weidmueller.com



Los elementos de seguridad cilíndricos gPV están diseñados para ofrecer una protección compacta, segura y económica de los módulos fotovoltaicos (protección de campo) con voltajes de hasta 1.500 V CC. Estos dispositivos ofrecen protección tanto frente a sobrecargas como a cortocircuitos (vidrio gPV de conformidad con los requisitos de las normas IEC60269-6 y UL248-19). Compuesto por un tubo cerámico de elevada presión interna y resistencia frente a choques térmicos, lo que ofrece una elevada potencia de conmutación en un dispositivo de tamaño reducido. Los contactos de cobre plateado y los elementos del fusible de plata pura evitan el envejecimiento y mantienen invariables las propiedades eléctricas. Están disponibles en los tamaños 10 x 38 mm, 10 x 85 mm y 22 x 58 mm.

Datos generales para pedido

Versión	Fotovoltaico, Fusible, Elemento de seguridad, 1000 V, 10x38, gPV, 15 A
Código	2783250000
Tipo	FUSE 10X38 15A 1000 VDC GPV
GTIN (EAN)	4064675059974
Cantidad	10 Pieza

Fecha de creación 27 de junio de 2022 23:19:06 CEST

Versión del catálogo 17.06.2022 / Nos reservamos el derecho de introducir modificaciones técnicas

1

Hoja técnica



FUSE 10X38 15A 1000 VDC GPV

Weidmüller Interfaces GmbH & Co. KG

Postfach 3030

32760 Detmold

Tel. +49 5231 14-0

Fax. +49 5231 14-2083

info@weidmuller.com

www.weidmuller.com

Datos técnicos

Dimensiones y pesos

Profundidad	10 mm	Profundidad (pulgadas)	0,394 inch
Altura	38 mm	Altura (pulgadas)	1,496 inch
Anchura	10 mm	Anchura (pulgadas)	0,394 inch
Diámetro	10,3 mm	Peso neto	1 g

Temperaturas

Temperatura de almacenamiento	-40°C ... 90°C	Gama de temperaturas de servicio	-40°C ... 80°C
-------------------------------	----------------	----------------------------------	----------------

Elemento de seguridad

Estándar de conexión por fusible	IEC 60269-1, IEC 60269-6, gPV (EN 60269-6)	Corriente	15 A
Tensión nominal DC	1.000 V DC	Capacidad de desconexión nominal	30 kA
Material contactos	Plateado	Disipación de energía, máx.	2,65 W

Clasificaciones

ETIM 6.0	EC002936	ETIM 7.0	EC002936
ETIM 8.0	EC002936	ECLASS 9.0	27-14-20-90
ECLASS 9.1	27-14-20-90	ECLASS 10.0	27-14-20-90
ECLASS 11.0	27-14-20-90	ECLASS 12.0	27-14-20-90

Homologaciones

ROHS	Conformidad
------	-------------

Descargas

White paper	Application notes -- Fact Sheet DE PV CB Wann Sicherungen zu installieren sind Application notes -- Fact Sheet EN PV CB When DC fuses are mandatory to install
Catálogo	Catalogues in PDF-format

Fecha de creación 27 de junio de 2022 23:19:06 CEST

Versión del catálogo 17.06.2022 / Nos reservamos el derecho de introducir modificaciones técnicas

2

Hoja técnica**Weidmüller** **FUSE 10X38 15A 1000 VDC GPV****Weidmüller Interfaces GmbH & Co. KG**

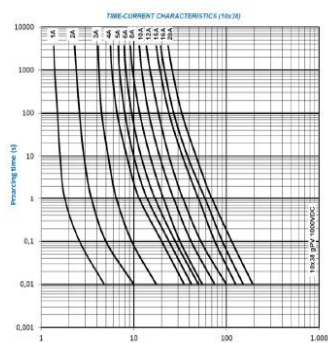
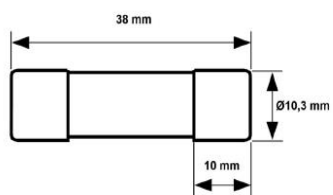
Postfach 3030

32760 Detmold

Tel. +49 5231 14-0

Fax. +49 5231 14-2083

info@weidmueller.com

Dibujos

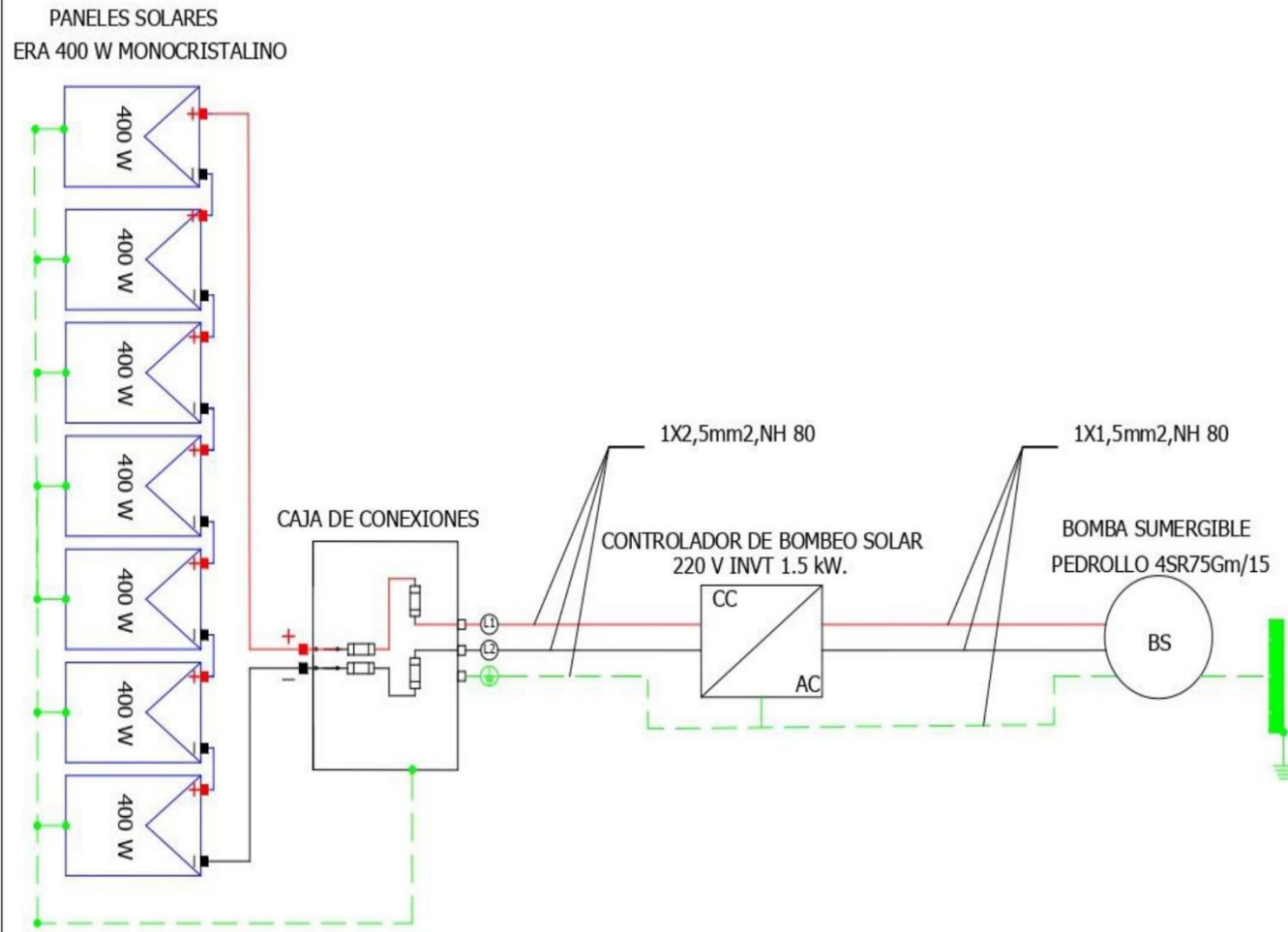
Fecha de creación 27 de junio de 2022 23:19:06 CEST

Versión del catálogo 17.06.2022 / Nos reservamos el derecho de introducir modificaciones técnicas

3

ANEXO N°010.
DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA
DE BOMBEO SOLAR FOTOVOLTAICO

DIAGRAMA UNIFILAR



SIMBOLOGIA

-  PANEL SOLAR DE 400 W
-  FUSIBLE 15 A 1000VDC 10x38
-  CONTROLADOR DE BOMBEO SOLAR
-  TIERRA FISICA
-  CAJA DE CONEXIONES
-  BOMBA SUMERGIBLE

UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO

DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO
FOTOVOLTAICO PARA RIEGO EN EL
FUNDO FRANCISCOS

BACHILLER

JOSE ANDERSON CAMPOS CARDENAS

TITULO
DIAGRAMA UNIFILAR
SISTEMA DE BOMBEO
FOTOVOLTAICO
FUNDO FRANCISCOS TUMAN

ESCALA: S/N
FECHA: JUN/2025
PLANO 1 DE 1