



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



**DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO SOLAR PARA
EL RIEGO DE LA PEQUEÑA AGRICULTURA EN LA
COMUNIDAD DE COASIA PROVINCIA
DE HUANCANÉ, AÑO 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JUAN CARLOS MAMANI VILCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

JULIACA - PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO SOLAR PARA
EL RIEGO DE LA PEQUEÑA AGRICULTURA EN LA
COMUNIDAD DE COASIA PROVINCIA
DE HUANCANÉ, AÑO 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JUAN CARLOS MAMANI VILCA

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:  _____

Dr.Ing. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO

PRIMER MIEMBRO

:  _____

Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

SEGUNDO MIEMBRO

:  _____

Ing. CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS

ASESOR DE TESIS

:  _____

Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

: **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA P-18**



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1062-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 12 de septiembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025- CU-7757 presentado por el (la) Bachiller: **JUAN CARLOS MAMANI VILCA** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **JUAN CARLOS MAMANI VILCA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO SOLAR PARA EL RIEGO DE LA PEQUEÑA AGRICULTURA EN LA COMUNIDAD DE COASIA PROVINCIA DE HUANCANÉ, AÑO 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**.

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

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

RESUELVE:

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

- * **Presidente** : Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
- * **1er Miembro** : Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
- * **2do Miembro** : Ing. CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS

ARTICULO SEGUNDO. – RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, Ing. **ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN**.

ARTICULO TERCERO . – APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **JUAN CARLOS MAMANI VILCA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO SOLAR PARA EL RIEGO DE LA PEQUEÑA AGRICULTURA EN LA COMUNIDAD DE COASIA PROVINCIA DE HUANCANÉ, AÑO 2024** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**, de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 18 de septiembre del 2025
- * **HORA** : 14:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 204 - EPIME

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C. PURAS

Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C. PURAS

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 246-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 06 de mayo del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 2229, presentado por el señor (a) **JUAN CARLOS MAMANI VILCA** solicitando **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACIÓN**, el Proveído del Director de la Unidad de Investigación de la FICP, y la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 201-2024-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESSTIGACIÓN RESOLUCIÓN DECANAL N° 1353 -2024-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación del **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **JUAN CARLOS MAMANI VILCA** ha presentado cambio de asesor de tesis del tema investigación Titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO SOLAR PARA EL RIEGO DE LA PEQUEÑA AGRICULTURA EN LA COMUNIDAD DE COASIA PROVINCIA DE HUANCANÉ, AÑO 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la FICP a tomado conocimiento que el asesor **MSc. MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA** no tiene vínculo laboral en la facultad de ingenierías y ciencias puras y existiendo la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 201-2024-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESSTIGACIÓN RESOLUCIÓN DECANAL N° 1353 -2024-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación del **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**.

Estando, a la solicitud del ejecutante y en cumplimiento al reglamento al Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención Grados Académicos y Títulos Profesionales; el director de la Unidad de Investigación **Dr. Fritz Willy Mamani Apaza** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió el proveído favorable del cambio de asesor de investigación del tema titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO SOLAR PARA EL RIEGO DE LA PEQUEÑA AGRICULTURA EN LA COMUNIDAD DE COASIA PROVINCIA DE HUANCANÉ, AÑO 2024**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACION**, designado al señor (a): **JUAN CARLOS MAMANI VILCA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, con el Tema Titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO SOLAR PARA EL RIEGO DE LA PEQUEÑA AGRICULTURA EN LA COMUNIDAD DE COASIA PROVINCIA DE HUANCANÉ, AÑO 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA**, se le asigna como:

ASESOR: Ing. **ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN**

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente Ing. **ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc.
Archivo 2025
Interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURAS

Dr. **OSCAR V. VIAMONTE CALLA**
DECANO (e)
C.I.P. 32730



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. **Fritz Willy Mamani Apaza**
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1353-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 22 de octubre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 08988 por el señor (a): **JUAN CARLOS MAMANI VILCA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 1015- 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 013- 2024 del integrante del comité de investigación **EPIME** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **JUAN CARLOS MAMANI VILCA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO SOLAR PARA EL RIEGO DE LA PEQUEÑA AGRICULTURA EN LA COMUNIDAD DE COASIA PROVINCIA DE HUANCANÉ, AÑO 2024**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Benjamin Chuquimamani Quinto** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 013- 2024 **aprobandolo** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO SOLAR PARA EL RIEGO DE LA PEQUEÑA AGRICULTURA EN LA COMUNIDAD DE COASIA PROVINCIA DE HUANCANÉ, AÑO 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **JUAN CARLOS MAMANI VILCA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, con el Tema Titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO SOLAR PARA EL RIEGO DE LA PEQUEÑA AGRICULTURA EN LA COMUNIDAD DE COASIA PROVINCIA DE HUANCANÉ, AÑO 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA**, en virtud a los considerandos expuestos.

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Efraín Paillón Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 201-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 23 de abril del 2024

VISTO: El expediente N° 2023- 011609, presentado por el señor (a) **JUAN CARLOS MAMANI VILCA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 217 -2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 003 -2024 del integrante del comité de investigación **EPIME** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) estudiante: **JUAN CARLOS MAMANI VILCA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO SOLAR PARA EL RIEGO DE LA PEQUEÑA AGRICULTURA EN LA COMUNIDAD DE COASIA PROVINCIA DE HUANCANÉ, AÑO 2024**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Benjamin Chuquimamani Quinto** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 003 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO SOLAR PARA EL RIEGO DE LA PEQUEÑA AGRICULTURA EN LA COMUNIDAD DE COASIA PROVINCIA DE HUANCANÉ, AÑO 2024**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el o (la) Bachiller: **JUAN CARLOS MAMANI VILCA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**, con el Tema Titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO SOLAR PARA EL RIEGO DE LA PEQUEÑA AGRICULTURA EN LA COMUNIDAD DE COASIA PROVINCIA DE HUANCANÉ, AÑO 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA**.

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

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURAS
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Eirain Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



18% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

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

Fuentes principales

- 14% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 15% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

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

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

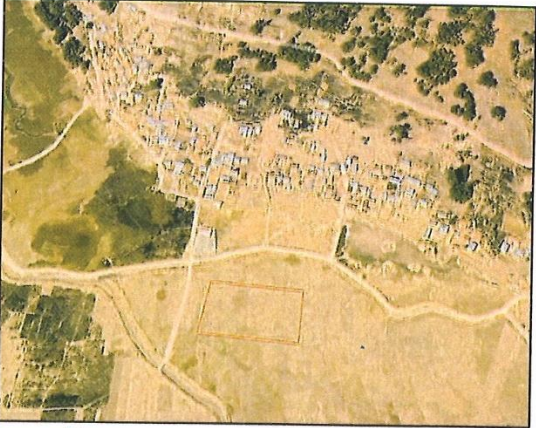


Metadatos Complementarios UANCV



Título de la tesis	
DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO SOLAR PARA EL RIEGO DE LA PEQUEÑA AGRICULTURA EN LA COMUNIDAD DE COASIA PROVINCIA DE HUANCANE, AÑO 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	JUAN CARLOS MAMANI VILCA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	75233432
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0009-4225-0327
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02064066
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8065-6533
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02406088
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02383061
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS



Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	29591476
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología e ingeniería mecánica – P18
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Recursos propios
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: Huancané Distrito: Vilquechico-comunidad de Coasia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Latitud: S 15.22723 - Longitud: O 69.69394  <p>https://maps.app.goo.gl/X1x9gPoupuUpHTUn6</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Marzo 2024 – agosto 2025
URL de disciplinas OCDE	<p>Ingeniería mecánica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.00</p> <p>Otras tecnologías https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.00</p>
- Librería	



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PUNAS
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo JUAN CARLOS MAMANI VILCA, identificado con DNI Nro. 75273432, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERIA MECÁNICA ELÉCTRICA

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

DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO SOLAR PARA EL RIEGO DE LA PEQUEÑA AGRICULTURA EN LA COMUNIDAD DE COASIA PROVINCIA DE HUANCANE, AÑO 2024

Asesorado por: ING. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 30 de SEPTIEMBRE del 2025

Firma del Asesor (obligatoria)

Firma del Estudiante (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres Eduardo y elvira porque ellos siempre tuvieron fe en mí, también agradecerles a mis hermanos por sus palabras de aliento.

El agradecimiento no estaría completo si no menciono mi persona, agradecerme a mí mismo por lograr este merito, por nunca rendirme y siempre dar la mejor versión de mí.



AGRADECIMIENTO

Primeramente, dar gracias a dios y a mi padre, por estar a mi lado por cada escalón que doy en el siglo de la vida, a aquellas personas que me acompañaron siempre por cada logro en el transcurso de mi vida.

A la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica por el discernimiento brindado en el transcurso de mi formación profesional.

A todos los mentores de la EPIME por su grata paciencia en intercambiar sus conocimientos para ser un buen profesional.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA..... i

AGRADECIMIENTO.....ii

ÍNDICE GENERAL.....iii

ÍNDICE DE TABLAS.....vii

ÍNDICE DE FIGURASviii

RESUMENix

ABSTRACT x

INTRODUCCIÓNxi

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 Descripción del problema 1

1.2 Formulación del problema 2

 1.2.1 Problema principal..... 2

 1.2.2 Problemas específicos..... 2

1.3 Justificación 2

1.4 Objetivos..... 3

 1.4.1 Objetivo general 3

 1.4.2 Objetivos específicos..... 3

1.5 Hipótesis 4

 1.5.1 Hipótesis General 4



1.5.2 Hipótesis Específicas..... 4

1.6 Operacionalización De Variables 4

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Bases Teóricas..... 6

2.1.1. Energía Solar..... 6

2.1.2. Radiación Solar 6

2.1.3. Unidades De Radiación Solar..... 7

2.1.4. Modulo Fotovoltaico 7

2.1.5. Tipos de módulos solares 8

2.1.6. Efecto Fotovoltaico 9

2.1.7. Factores Que Afectan La Eficiencia Del Sistema Fotovoltaico Solar 9

2.1.8. riego fotovoltaico solar 10

2.1.9. Componentes de un sistema de riego solar..... 10

2.1.10. Bomba Sumergible 10

2.1.11. Regulador 11

2.1.12. Inversor..... 11

2.1.13. Método de riego..... 12

2.1.14. Riego Por Aspersión 12

2.1.15. Reservorio 14

2.2. Definición de términos 14



CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1 Métodos de la investigación..... 15

3.2 Ámbito de la investigación 15

3.3 Población y muestra 16

3.4 Técnicas e instrumentos de recogida de información..... 16

3.5 Recogida de datos..... 16

 3.5.1 Entrevista..... 16

 3.5.2 Toma de datos 16

CAPITULO IV

ANALISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Presentación..... 17

 4.1.1 Área de estudio 17

 4.1.2 Elección de la bomba sumergible..... 18

 4.1.3 Dimensionamiento Del Sistema Fotovoltaico Solar. 24

 4.1.3.1 Cálculo De Numero De Paneles Fotovoltaicos..... 25

 4.1.4 Cálculo del regulador de carga..... 30

 4.1.5 Cálculo del inversor de corriente DC/AC 32

 4.1.6 Dimensionamiento del conductor 33

 4.1.7 Recurso Hídrico y Sistema Hidráulico. 36

 4.1.8 Dimensionamiento de aspersores. 39



4.1.9 Distribución de aspersores	42
4.1.10 Análisis económico.....	42
4.1.11 Evaluación de los indicadores económicos.....	49
4.2 Análisis e interpretación de resultados	50
4.3 Prueba de hipótesis.....	50
4.4 Discusión de resultados.....	51
CONCLUSIONES.....	54
RECOMENDACIONES	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
APÉNDICES	61
Apéndice 1: Matriz De Consistencia.....	62
Apéndice 2: Instrumentos.....	63
Apéndice 3: Validación de instrumentos.....	69



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: tabla de operacionalización de variables.	5
Tabla 2: características de paneles solares.....	8
Tabla 3: aplicaciones de una bomba sumergible.....	10
Tabla 4: datos del panel solar.....	25
Tabla 5: promedio de radiación solar.....	26
Tabla 6: horas de uso de la bomba sumergible.....	26
Tabla 7: tramos de conductores.	33
Tabla 8: sección de conductores.	35
Tabla 9: presupuesto para el sistema fotovoltaico.....	43
Tabla 10: presupuesto para un sistema convencional.....	44
Tabla 11: costos de un mantenimiento convencional.	45
Tabla 12: costo de mantenimiento de un sistema fotovoltaico.	46
Tabla 13: flujo de caja del valor actual.....	48
Tabla 14: resultados de VAN.	49
Tabla 15: resultados del TIR.....	50



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:tipos de radiación solar	7
Figura 2: partes de una bomba sumergible.....	11
Figura 3: distribuciones de aspersores.....	13
Figura 4: área del terreno a regar.....	18
Figura 5: dimensiones de altura entre pozo - reservorio.	19
Figura 6: cuervas de datos de la bomba sumergible PECROLLO.	23
Figura 7: radiación solar del año 2024.	24
Figura 8: horas solar pico del mes de agosto.....	25
Figura 9. conexión de paneles solares.....	30
Figura 10: diagrama de arranque de la bomba sumergible.....	36
Figura 11: dimensiones de la Nota de agua.	37
Figura 12: dimensiones del reservorio.	38
Figura 13: dimensiones de tuberías.	39
Figura 14: distribución de aspersores.	42



RESUMEN

El propósito de realizar la esta tesis, es DISEÑAR DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO SOLAR PARA EL RIEGO DE LA PEQUEÑA AGRICULTURA EN LA COMUNIDAD DE COASIA PROVINCIA DE HUANCANÉ, AÑO 2024, el sistema de riego tendrá como Nota de energía solar mediante paneles solares para accionar una bomba sumergible de 550w de potencia la cual trasladará en recurso hídrico a un reservorio la cual suministrará agua al campo de cultivo mediante aspersores de baja presión con una altura determinada en la comunidad de Coasia.

La metodología consiste primero en determinar las horas solar pico (HSP) de un determinado mes, para luego después calcular el número de paneles solares, seleccionar una bomba que cumpla con las condiciones de trabajo como la altura de elevación al tanque de reservorio de donde se extraerá el recurso hídrico de un pozo, seguidamente se pasara a seleccionar cuidadosamente los componentes del sistema de riego como los aspersores.

Con los datos obtenidos podemos deducir que nuestro diseño contara principalmente con 4 paneles solares de 20W que alimentara con energía fotovoltaica a la bomba sumergible de 550W que elevara el agua a un reservorio de 15 metros de altura para la buena distribución al campo de cultivo mediante aspersores de baja presión.

Finalmente concluir con la viabilidad de nuestro proyecto de investigación, con los indicadores económicos como él (VAN, TIR) que indican que el proyecto es rentable en comparación al sistema de riego convencional mediante una motobomba que generan gastos excedentes anuales de gasolina y mantenimiento.

Palabras clave: Diseño de un sistema, fotovoltaico, riego, agricultura



ABSTRACT

The purpose of this thesis is to design a solar photovoltaic system for small-scale agricultural irrigation in the Coasia community, Huancané province, by 2024. The irrigation system will be powered by solar panels to operate a 550W submersible pump, which will transfer water to a reservoir. This pump will supply water to the crop field through low-pressure sprinklers with a specific height in the Coasia community.

The methodology consists first of determining the peak solar hours (PSH) for a given month, then calculating the number of solar panels, selecting a pump that meets the operating conditions, such as the height of the reservoir tank from which the water will be extracted from a well, and then carefully selecting the components of the irrigation system, such as the sprinklers.

From the data obtained, we can deduce that our design will primarily rely on four 20W solar panels that will power a 550W submersible pump with photovoltaic energy, which will elevate the water to a 15-meter-high reservoir for proper distribution to the crop field using low-pressure sprinklers.

Finally, we conclude with the feasibility of our research project, with economic indicators such as NPV and IRR indicating that the project is profitable compared to a conventional irrigation system using a motor pump, which generates excess annual fuel and maintenance costs.

Keywords: System design, photovoltaic, irrigation, agriculture



INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación titulado: DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO SOLAR PARA EL RIEGO DE LA PEQUEÑA AGRICULTURA EN LA COMUNIDAD DE COASIA PROVINCIA DE HUANCANÉ, AÑO 2024, este proyecto se fundamenta en la energía solar fotovoltaica, ya que proviene de una Nota natural, limpia e inagotable. A largo plazo, tiene el potencial de sustituir otras formas de energía como el gas o el petróleo, las cuales no solo son más contaminantes, sino que también dependen de recursos finitos. Además, representa una alternativa más sostenible desde el punto de vista económico.

En la comunidad de Coasia no se cuenta actualmente con un sistema de riego. Por ello, este proyecto tiene como objetivo desarrollar una propuesta que funcione mediante energía solar fotovoltaica. Para lograrlo, será necesario analizar los niveles de radiación solar en la zona, lo que permitirá establecer cuántos paneles se requieren y definir la potencia adecuada de la bomba sumergible, que transportara el agua hacia depósitos verticales y distribuir el recurso hídrico a través de tuberías conectadas a cabezales de aspersores distribuyendo el agua de manera pareja; el área a regar es de $\frac{1}{2}$ hectárea.

De esta manera el tema inicia con:

CAPITULO I: la investigación inicia con la formulación del problema abarcando al problema general y los problemas específicos; también se plantea el objetivo y por último plantear posibles respuestas con la hipótesis general y hipótesis específica.

CAPITULO II: se presenta los fundamentos teóricos donde se da a conocer las bases teóricas sobre los sistemas teóricos de los sistemas fotovoltaicos teniendo



como protagonista a la radiación solar y su funcionamiento también se fundamenta el sistema de riego para un terreno de $\frac{1}{2}$ hectárea y los componentes con las que conforman.

CAPITULO III: en el presente capitulo se presenta la metodología con la que se elabora el diseño como la búsqueda de información como revistas, libros, etc. Como también se aplica instrumentos para ejecutar dicho diseño como lo que es el programa de AutoCAD, Cadesimu, Microsoft Excel.

CAPITULO IV: se presenta los resultados encontrados mediante los cálculos cuantitativos donde se presenta las horas solar pico, la potencia de la bomba, y la salida de presión del reservorio para seleccionar al tipo del aspersor y finalmente pasar a una evaluación económica con los indicadores de VAN, TIR donde dará a conocer si el proyecto de diseño es rentable y si se debe de ejecutarse.



CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 Descripción del problema

En los últimos diez años, las precipitaciones en la región altiplánica de Puno han disminuido notablemente. Aunque recientemente se han registrado algunas lluvias, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú anticipa un 43% de probabilidad de que las lluvias sean inferiores a lo habitual en la zona sur oriental de la sierra, al menos hasta febrero de 2024. En una región donde la agricultura y la ganadería son pilares económicos, la escasez de agua representa una amenaza seria. Durante los últimos dos meses, un equipo de OjoPúblico recorrió las provincias de Puno, Azángaro y Lampa, evidenciando que muchas comunidades apenas cuentan con agua suficiente para mantener sus cultivos y cuidar a sus animales. (OjoPublico, 2023)

En la comunidad de Coasia, los habitantes señalan que hay cerca de 10 hectáreas de tierras cultivables que actualmente no cuentan con acceso a sistemas de riego ni canales de agua. La principal razón de esta falta de riego es el alto costo que implica instalar y mantener sistemas que funcionan con bombas de combustión, las cuales pueden tener potencias de 7.5 hasta 15 caballos de fuerza. Aproximadamente 25 comuneros comparten el uso de estos equipos, pero aseguran que el gasto en combustible y mantenimiento es muy elevado. Esta situación ha impulsado la búsqueda de soluciones más sostenibles, como la adopción de energías renovables, en particular la energía solar fotovoltaica.



1.2 Formulación del problema

1.2.1 *Problema principal*

- ¿Cómo se diseñará un sistema fotovoltaico solar para el riego de la pequeña agricultura en la comunidad de Coasia provincia de Huancané, año 2024?

1.2.2 *Problemas específicos*

- ¿Qué criterio se utilizará diseño de un sistema fotovoltaico solar para el riego de la pequeña agricultura en la comunidad de Coasia provincia de Huancané, año 2024?
- ¿Qué método podría aplicarse al diseño de un sistema fotovoltaico solar para el riego de la pequeña agricultura en la comunidad de Coasia provincia de Huancané, año 2024?
- ¿A cuánto asciende los costos diseño de un sistema fotovoltaico solar para el riego de la pequeña agricultura en la comunidad de Coasia provincia de Huancané, año 2024?

1.3 Justificación

- justificación teórica

El proyecto de investigación de diseñar un sistema fotovoltaico solar para el riego de la pequeña agricultura en la comunidad de Coasia provincia de Huancané, año 2024, el objetivo es complacer las necesidades hídricas que experimentan los propietarios de los terrenos de cultivo para elevar el nivel de vida de los comuneros.

- justificación metodológica

Al momento de diseñar un sistema fotovoltaico solar para el riego de la pequeña agricultura en la comunidad de Coasia provincia de Huancané, año 2024, empleando los instrumentos y técnicas, recolección de datos en la investigación (como los datos obtenidos en las tablas de radiación solar de GLOBAL ATLAS SOLAR) que podrían ser utilizadas para proyectos futuros cercanos a este.



- justificación social

El objetivo de proponer un diseño con energías renovables en principalmente en zonas rurales donde la población sufre una escasez hídrica, seguidamente proponerla como opción de generación de energía reemplazando a la convencional. Para el caso se eligió una zona rural de comunidad de Coasia la cual se elaborará un diseño elaborado con paneles solares teniendo como carga una bomba sumergible, adicionalmente este diseño renovable es libre de contaminación para el ambiente. Concluyendo, dará beneficio a la comunidad, pues se dará una solución a los escasos hídricos para realizar un sistema de riego.

- justificación económica

Los resultados arrojados por los indicadores económicos como el VAN y la TIR permiten concluir que la inversión inicial en el sistema es recuperable en un plazo medio. Este tipo de tecnología basada en energía fotovoltaica representa una Nota gratuita de energía y ofrece importantes ventajas para la producción de alimentos esenciales, generando además un impacto positivo en la economía de los pobladores beneficiarios.

1.4 Objetivos

1.4.1 *Objetivo general*

- Diseñar un sistema fotovoltaico solar para el riego de la pequeña agricultura en la comunidad de Coasia provincia de Huancané, año 2024

1.4.2 *Objetivos específicos*

- Determinar el criterio diseño de un sistema fotovoltaico solar para el riego de la pequeña agricultura en la comunidad de Coasia provincia de Huancané, año 2024.
- Aplicar una metodología para plantear el diseño de un sistema fotovoltaico solar para el riego de la pequeña agricultura en la comunidad de Coasia provincia de Huancané, año 2024.



- Calcular los costos que se invertirán en diseño de un sistema fotovoltaico solar para el riego de la pequeña agricultura en la comunidad de Coasia provincia de Huancané, año 2024.

1.5 Hipótesis

1.5.1 *Hipótesis General*

- Si se realiza diseño de un sistema fotovoltaico solar para el riego de la pequeña agricultura en la comunidad de Coasia provincia de Huancané, año 2024, entonces se podrá regar el terreno de $\frac{1}{2}$ hectárea mediante una implementación de riego por aspersión.

1.5.2 *Hipótesis Específicas*

- Si se aplica el criterio en el diseño de un sistema fotovoltaico solar para el riego de la pequeña agricultura en la comunidad de Coasia provincia de Huancané, año 2024, entonces podremos plantear el diseño fotovoltaico para el riego de la pequeña agricultura.
- Si se aplica una metodología para plantear en el diseño de un sistema fotovoltaico solar para el riego de la pequeña agricultura en la comunidad de Coasia provincia de Huancané, año 2024, entonces se podrá obtener un sistema de riego fotovoltaico suficiente, sostenible y rentable.
- Si calculamos los costos que se inviertan en el diseño de un sistema fotovoltaico solar para el riego de la pequeña agricultura en la comunidad de Coasia provincia de Huancané, año 2024, entonces se podrá proponer una alternativa económica para estos procesos para tener importantes beneficios económicos.

1.6 Operacionalización De Variables

- Variable de independiente: Diseño de un sistema fotovoltaico solar.
- Variable dependiente: Sistema de bombeo para riego con aspersión.



Tabla 1

tabla de operacionalización de variables.

variables	Dimensión	Indicadores	índice	Tecnología y recolección de datos	Instrumentos de recolección de información	Instrumento de medición
Variable independiente						
Diseño de un sistema fotovoltaico solar	Radiación	Radiación solar	Kw/m ²	Análisis de información	hoja de recolección de datos.	GLOBAL ATLAR SOLAR
Variable dependiente						
Sistema de bombeo para riego con aspersión.	Potencia del modulo	Evaluación del sistema fotovoltaico.	W _P	Búsqueda de información	Ficha de análisis de documentos.	Cálculos matemáticos
	Capacidad de la bomba	Calcular la bomba	HP	Búsqueda de información	Ficha de análisis de documentos.	Cálculos matemáticos
	Presión de salida	Calcular la presión	bar	Búsqueda de información	Ficha de análisis de documentos.	Cálculos matemáticos

Nota: elaboración propia.



CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Bases Teóricas

2.1.1. *Energía Solar*

osinergmin (2019) lo define como:

Se trata de una Nota de energía renovable que se genera al captar la radiación electromagnética emitida por el sol. Esta energía puede utilizarse para producir electricidad o desencadenar procesos químicos, dependiendo del sistema que se emplee. (pág. 24)

2.1.2. *Radiación Solar*

Aparicio, M. P. (2020) Menciona en su libro:

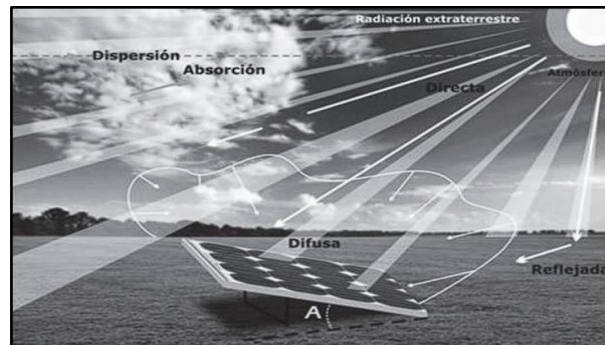
La energía solar que emite el sol llega a la atmósfera terrestre con una intensidad reducida, estimada en unos 1360 vatios por metro cuadrado (W/m^2), debido a la gran distancia entre ambos cuerpos celestes. Al atravesar la atmósfera, esta radiación se atenúa aún más, de modo que la cantidad que finalmente alcanza la superficie terrestre se aproxima a los 1000 W/m^2 .

Aparicio, M. P. (2020). Menciona en su libro los componentes de la radiación solar.

Directa: La radiación directa es aquella que proviene del sol y llega a la superficie terrestre sin alteraciones en su trayectoria a través de la atmósfera. En cambio, la radiación difusa es el resultado de la desviación de los rayos solares, causada principalmente por fenómenos de reflexión y dispersión al interactuar con las partículas presentes en la atmósfera.

Figura 1

Tipos de radiación solar



Nota: Radiación solar y su aprovechamiento energético. Marcombo. Tomada de Aparicio, M. P. (2020).

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=rqYaRcRiJFsC&oi=fnd&pg=PT10&dq=calculo+de+potencia+de+panel+solar&ots=5KPIxho9dk&sig=FYRnyeVP7Murz5M9FbmvUDonp9U#v=onepage&q=calculo%20de%20potencia%20de%20panel%20solar&f=false>

2.1.3. Unidades De Radiación Solar

Aparicio, M. P. (2020). menciona en su libro:

Para determinar la cantidad de radiación solar en una zona específica, es importante considerar dos conceptos clave: la irradiancia y la irradiación. La irradiancia se refiere al flujo de energía solar que incide sobre una superficie en un instante determinado, y suele expresarse en W/m^2 o también en kW/m^2 . Por otro lado, la irradiación representa la cantidad total de energía solar recibida por unidad de superficie durante un periodo de tiempo determinado, y se expresa en J/m^2 o en Wh/m^2 , dependiendo del sistema de unidades utilizado.

2.1.4. Modulo Fotovoltaico

wikipedia contributors. (s/f-a). lo define como:

Un panel solar, también conocido como módulo o placa solar, es un dispositivo diseñado para captar la energía proveniente del sol y transformarla en una forma útil. Este término incluye tanto a los colectores solares, que se emplean principalmente para calentar agua utilizando energía solar térmica, como a los paneles fotovoltaicos, cuya función es generar electricidad a partir de la radiación solar mediante tecnología fotovoltaica.



2.1.5. Tipos de módulos solares

El componente clave de una célula solar son las capas formadas por materiales semiconductores, ya que es en esa zona donde se generan los electrones responsables de producir la corriente eléctrica. Para la fabricación de estas capas, se emplean distintos tipos de semiconductores, cada uno con propiedades particulares que ofrecen tanto beneficios como limitaciones según su aplicación.

Tabla 2

características de paneles solares.

Células de silicio	
Amorfo	<ul style="list-style-type: none"> • Presenta un alto grado de desorden. • Contienen un gran número de defectos estructurales y de enlaces. • Su proceso de fabricación es más simple que en las anteriores y menos costo. • Se deposita en forma de lámina delgada sobre vidrio o plástico. • Son eficientes bajo iluminación artificial. • Tienen un color marrón homogéneo. • Su rendimiento es menos de 10%.
Monocristalinos	<ul style="list-style-type: none"> • presentan una estructura ordenada • su comportamiento uniforme lo hace buen conductor • es de difícil fabricación. • Se obtiene de silicio puro fundido y dopado con boro. • Se reconoce por su monocromía azulada oscura y metálica. • Su eficiencia oscila entre 15-18%.
Policristalinos	<ul style="list-style-type: none"> • Presenta una estructura ordenada por regiones separadas. • Los enlaces irregulares de las fronteras cristalinas disminuyen el rendimiento de la célula. • Se obtiene de igual forma que la de silicio monocristalino, pero con menos fases de cristalinos. • Su superficie esta estructura en cristales en distintos tonos de azules y grises metálicos. • Su rendimiento oscila entre 12-14%.

Nota: Formación, E. (2007). Modificado de Energía solar fotovoltaica. FC Editorial.

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=GZh1DGUQoOUC&oi=fnd&pg=PA13&dq=efecto+fotovoltaico+energ%C3%ADa&ots=m8ltKH1Kg&sig=5fzATYRf3afsM0yxqMjMPFlaBU#v=onepage&q=efecto%20fotovoltaico%20energ%C3%ADa&f=false>



2.1.6. Efecto Fotovoltaico

osinergmin (2019) lo menciona como:

Este proceso se basa en convertir la energía solar en electricidad mediante el uso de materiales semiconductores, como las células fotovoltaicas, fabricadas principalmente con silicio, un metaloide ampliamente disponible en la naturaleza. Cuando los fotones partículas de luz solar inciden sobre la superficie de la célula fotovoltaica, provocan el movimiento de electrones, generando así una corriente eléctrica que puede ser utilizada como Nota de energía. (pág. 24)

Unión "P-N"

Para obtener un semiconductor de tipo n a partir del silicio, se introduce una pequeña cantidad de átomos de fósforo en su estructura. Estos átomos sustituyen a algunos de los átomos de silicio, y como el fósforo posee cinco electrones de valencia, uno más que el silicio, este electrón adicional queda libre para conducir electricidad. (Formación, E. 2007) (pág. 61).

De forma análoga, si se sustituyen átomos de silicio por átomos de boro que tiene tres electrones de valencia, consigue un semiconductor tipo p. (Formación, E. 2007) (pág. 62).

En una unión entre materiales tipo n y tipo p, los electrones libres del lado n tienden a moverse hacia los huecos del lado p, mientras que los huecos del tipo p migran hacia el tipo n. Este intercambio da lugar a la formación de un campo eléctrico interno, que se intensifica a medida que continúa la difusión de electrones y huecos en direcciones opuestas. (Formación, E. 2007) (pág. 62).

Este proceso se mantiene hasta que se alcanza un punto de equilibrio, en el cual ya no se produce más intercambio de electrones y huecos. En ese momento, se establece un campo eléctrico interno estable que se mantiene por sí mismo, sin necesidad de recurrir a Notas externas de energía eléctrica. (Formación, E. 2007) (pág. 62)

2.1.7. Factores Que Afectan La Eficiencia Del Sistema Fotovoltaico Solar

Nicolas. (2021) menciona que:



Diversos factores ambientales, como el aumento de la temperatura, la acumulación de polvo o la presencia de sombras, pueden reducir su rendimiento. Además, también se producen pérdidas en los distintos componentes eléctricos del sistema, lo que impacta en la eficiencia global de la instalación.

2.1.8. *riego fotovoltaico solar*

Este proceso consiste en transformar la energía eléctrica producida por el sistema fotovoltaico en energía mecánica, con el fin de elevar el agua hacia un depósito. Tal como se mencionó anteriormente, el tipo de bomba utilizada determina el tipo de alimentación: si opera con corriente continua, puede conectarse directamente a los paneles solares; en cambio, si funciona con corriente alterna, requerirá un inversor. Estas bombas deben ser altamente eficientes y contar con un arranque rápido y de baja potencia, ya que la naturaleza variable de la energía solar obliga a optimizar la cantidad de agua bombeada por cada unidad de electricidad disponible.

2.1.9. *Componentes de un sistema de riego solar.*

2.1.10. *Bomba Sumergible*

bomba De Agua Sumergible: Funciones y Ventajas - REMAVISA. (2021)

Una bomba sumergible es un equipo diseñado para operar bajo el agua, permitiendo extraer líquidos desde Notas profundas como pozos, norias, ríos o lagunas, y trasladarlos a un punto más alto o a una ubicación distante en el mismo nivel, proceso conocido como trasvase.

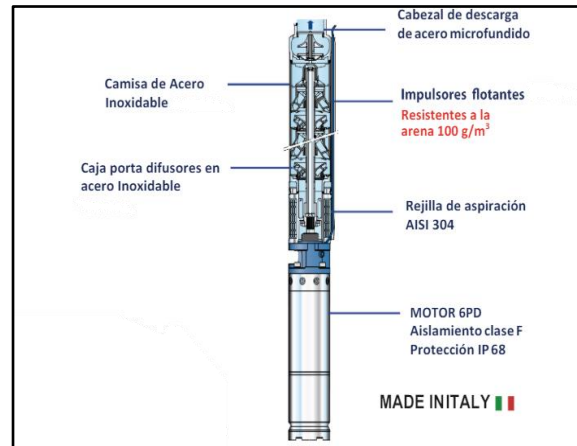
Tabla N° 3: aplicaciones de una bomba sumergible.

APLICACIONES
Pozos profundos
Cisternas*
Bombas Jockey
Desagüe de minas
Cárcamos de rebombeo
Bombeo en muelles petroleros
Bombeo de agua potable
Bombeo en canales
Sistemas de Riego

Nota: <https://www.remavisa.com/bombas-de-agua-electrobombas/bomba-agua-sumergible-funcione/>

Las partes de más importantes de la bomba sumergible conforman como la cabeza de descarga, camisa de acero, impulsor flotante, caja porta difusores en acero inoxidable, rejilla de aspiración y el motor como se muestra en la figura 4.

Figura N° 2: partes de una bomba sumergible.



Nota: sacado de un catálogo de Pedrollo México (s/f), <https://www.plomeriaselecta.com/Content/images/Catalogue/Bombas-Agua/PEDROLLO/CATALOGO%20PEDROLLO%20SUMERGIBLES.pdf>

2.1.11. Regulador

Aparicio, M. P. (2009).

Permite prevenir la sobrecarga de la batería, deteniendo el proceso de carga una vez que alcanza su capacidad máxima (EDC = 100%). Esto evita la generación de gases y la evaporación del electrolito interno, lo que contribuye a prolongar la vida útil de la batería.

2.1.12. Inversor

Díaz, A. (2024) sostiene que:

Los inversores en los sistemas solares tienen la función de transformar la corriente continua generada por los paneles en corriente alterna, que es la forma de energía utilizada comúnmente en nuestros hogares. Gracias a esta conversión, es posible alimentar electrodomésticos, sistemas de iluminación y otros dispositivos eléctricos de uso diario.

Elegir un inversor es una tarea delicada debido a las características del inversor deben ser adecuados a la carga con la que se van a conducir.



2.1.13. Método de riego

Los sistemas de riego facilitan una gestión eficiente del agua, permitiendo suministrar a los cultivos la cantidad necesaria de forma controlada. Esto contribuye a evitar desperdicios de este recurso esencial para la vida. Hay diferentes métodos de riego, cada uno con sus propias características, así como con beneficios y limitaciones específicas según el tipo de cultivo y las condiciones del entorno.

2.1.14. Riego Por Aspersión

Limachi, L. H. (2019). Lo define como:

Se trata de un método de riego que distribuye el agua en forma de pequeñas gotas, simulando una lluvia controlada y uniforme sobre la superficie del suelo. El objetivo es que el agua se infiltre directamente en el lugar donde impacta, optimizando su aprovechamiento. (pág. 15).

Los componentes de riego por aspersión:

Fuente de presión; Esta presión puede originarse mediante una motobomba o aprovecharse de forma natural a través de la diferencia de altura entre el punto de captación, como un estanque, río o reservorio, y el área de riego. En este caso, la gravedad genera la presión necesaria. Es fundamental considerar tanto el caudal como la presión requerida para asegurar un funcionamiento eficiente del sistema. (Limachi, L. H. 2019) (pág. 16)

Red de conducción; Está compuesta por un sistema de tuberías encargado de transportar el agua desde la fuente ya sea una bomba o un reservorio— hasta los cabezales del sistema de riego. Este traslado puede realizarse utilizando materiales como tuberías de PVC o polietileno (politubo), según las necesidades del diseño y las condiciones del terreno. (Limachi, L. H. 2019) (pág. 16)

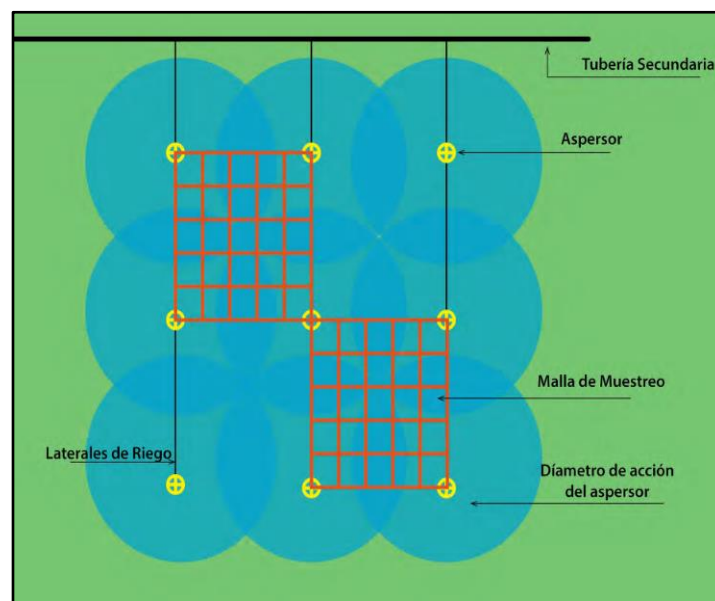
Línea de distribución; Esta sección está integrada por una red de tuberías ramificadas que transportan el agua hasta los hidrantes ubicados en las parcelas destinadas al riego. Es esencial que el agua llegue a todos los puntos de la red simultáneamente y con

una presión uniforme, para garantizar que los aspersores funcionen de manera eficiente y se logre una distribución homogénea del riego. (Limachi, L. H. 2019) (pág. 16)

Los aspersores son los componentes del sistema encargados de distribuir el agua en forma de lluvia sobre los cultivos. Esta función puede ser desempeñada por distintos dispositivos como tuberías con orificios, difusores estáticos, boquillas o cabezales aspersores. En el ámbito agrícola, los modelos más comunes son los de tipo giratorio, ya que, al rotar sobre su propio eje, permiten cubrir áreas circulares de riego gracias a la presión del agua que los impulsa. (Limachi, L. H. 2019) (pág. 16).

Figura 3

distribuciones de aspersores.



Nota: sacado de Limachi, L. H. (2019).

https://icobo.org/wpcontent/uploads/2019/09/Cartilla_Riego_Tecnificado_GAP_web.pdf

ventajas

- ❖ Reduce la erosión del suelo.
- ❖ Minimiza las pérdidas de agua.
- ❖ Cubre todo el terreno.
- ❖ Aumenta el rendimiento de los cultivos.
- ❖ No se requiere de mucha mano de obra.
- ❖ Puede instalarse de forma móvil o fija.



- ❖ Se adapta a cualquier tipo de terreno.

2.1.15. Reservorio

Al momento de diseñar un sistema fotovoltaico solar para riego que utilice energía solar, requiere almacenamiento los recursos hídricos para que estén disponibles en cualquier momento del día, de esta manera se pueden cubrir las necesidades de riego cuando más se necesitan como: escasez de precipitaciones de lluvia en la zona(sequia).

2.2. Definición de términos

Energía renovable - Se trata de Notas de energía que se generan de forma constante y no se agotan en el tiempo desde una perspectiva humana. Una de sus principales ventajas es que pueden combinarse entre ellas, lo que permite una integración eficiente y complementaria en distintos sistemas energéticos. (Formación, E. 2007). (pág. 16)

Horas de pico solar - Las horas pico solar (HPS) se refieren al número de horas diarias en las que la radiación solar alcanza un nivel óptimo equivalente a 1000 W/m^2 . Este valor varía según la ubicación geográfica y la época del año, situándose generalmente entre 3 y 7 horas por día. (Aparicio, M. P. 2009).

Células fotovoltaicas - Una célula fotovoltaica es un dispositivo compuesto por una delgada lámina de material semiconductor, usualmente con un espesor que oscila entre 0.25 y 0.35 milímetros. Suele tener forma cuadrada y una superficie aproximada de 100 cm^2 , lo que le permite captar y convertir la luz solar en electricidad de manera eficiente. (Formación, E. 2007). (pág. 64).

Costos – se define al valor de consumo de recursos que son necesarios para ejecutar algún producto.



CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1 Métodos de la investigación

Para la investigación se empleó un método inductivo, pues se inició en búsqueda de información, leyes, conceptos, teorías para la validación de los resultados durante la investigación en función de un diseño fotovoltaico para el riego en la agricultura, y también se aplicó un enfoque cuantitativo al usar cálculos numéricos para probar teorías e hipótesis obteniendo conclusiones objetivas.

Esta investigación se clasifica como descriptiva, ya que su objetivo principal es detallar las variables estudiadas tal como se manifiestan en la realidad. Además, se enmarca dentro del enfoque aplicado, puesto que a través del análisis se llegó a conclusiones orientadas al diseño de un sistema de generación de energía eléctrica destinado a alimentar una bomba sumergible para su integración en un sistema de riego.

3.2 Ámbito de la investigación

Ubicación de la investigación		
Departamento	Puno	
provincia	Huancané	
Distrito	Vilquechico	
Comunidad	Coasia	
Altitud	3830	m.s.n.m



3.3 Población y muestra

El desarrollo de la investigación se llevó a cabo en la comunidad de Coasia de un área de ½ hectárea de dimensiones 100 metros X 50 metros. La población donde se realizó la presente investigación será la misma muestra, donde no se procederá a técnicas de muestreo.

3.4 Técnicas e instrumentos de recogida de información.

Técnica documental; como la iniciación de todo proyecto de investigación, comienza con una exhaustiva búsqueda de información enlazados a un tema de investigación Notas como: información de cálculos de módulos solares, datos de las bombas que son compatibles para el diseño como también las maneras de riego, etc.

Instrumento; como instrumento para nuestra investigación se utilizó una plataforma virtual denominada ATLAS SOLAR MUNDIAL que se utilizó para la elaboración de datos y mediciones de radiación solar en la comunidad de Coasia; como también se logra ejecutar una entrevista a uno de los comuneros.

3.5 Recogida de datos.

3.5.1 Entrevista

Se entrevisto a un comunero donde menciona que en los últimos años hay ausencia de lluvias provocando los escasos de alimentos de primera necesidad tanto como para las personas y para animales, también menciona que "a causa de las ausencias de lluvias nos vimos a la necesidad de regar los campos de cultivos con motobombas donde los costos de uso son elevados como consumo de gasolina, mantenimiento" por el largo tiempo de uso al necesitar 4000 litros de agua por media hectárea, afectando a si a la economía de la comunidad.

3.5.2 Toma de datos

Los datos para obtener la radiación solar como se va mencionando se utilizará plataforma virtual denominada ATLAS SOLAR MUNDIAL donde obtendremos datos de la radiación solar en la comunidad, posteriormente calcular los módulos solares.



CAPITULO IV

ANALISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Presentación

Para el diseño del sistema fotovoltaico solar para regar el área del terreno, primeramente se determinara en área del terreno que requiere una cantidad de agua de 4000 litros; seguidamente se realizara un cálculo para la elección de la bomba sumergible, seguidamente se obtendrá la potencia requerida; con los resultados adquirido se procederá al cálculo de paneles solares para abastecer la potencia requerida de la bomba; para ello se realizara una elección de aspersores para el riego del terreno finalmente se realiza un análisis económico para el proyecto.

Se aplicará los siguientes criterios de diseño para un sistema fotovoltaico para riego debe de considerarse las siguientes evaluaciones como:

Criterios técnicos: selección del área donde se implementará el sistema de fotovoltaico solar, evaluar la cantidad de radiación solar disponible en la zona, selección del tipo de paneles, regulador, inversor y de bomba sumergible.

Criterios económicos: evaluación del costo de inversión del sistema de riego, evaluación del costo operativo y de mantenimiento, donde se emplea los indicadores económicos.

4.1.1 Área de estudio

El área del proyecto de riego solar es de $\frac{1}{2}$ hectárea, así como se señala en la imagen; como se mencionó en la entrevista a uno de los comuneros que el área del terreno de media hectárea donde se extraerá el líquido vital de un pozo para el sistema de riego.

Figura 4

área del terreno a regar.



Nota.: Ubicación de riego en la comunidad de Coasia; Google Earth [https://earth.google.com/web/@-10.00000000, 76.00000000,11003984.64229310a,0d,35y,-0.0000h.0000r?utm_source=earth7&utm_campaign=vine&hl=es-419](https://earth.google.com/web/@-10.00000000,76.00000000,11003984.64229310a,0d,35y,-0.0000h.0000r?utm_source=earth7&utm_campaign=vine&hl=es-419)

4.1.2 Elección de la bomba sumergible.

Para realizar la elección de la bomba se toma factores como el volumen del reservorio elevado que su volumen total es de 4.096 metros cúbicos; principalmente se pasará a hallar el caudal que necesita la bomba; se asumirá el tiempo de llenado que será de 2 horas.

$$Q = \frac{V}{T}$$

Donde:

V = volumen del reservorio.

T = tiempo de llenado.

Remplazando los datos de la formula obtendremos:

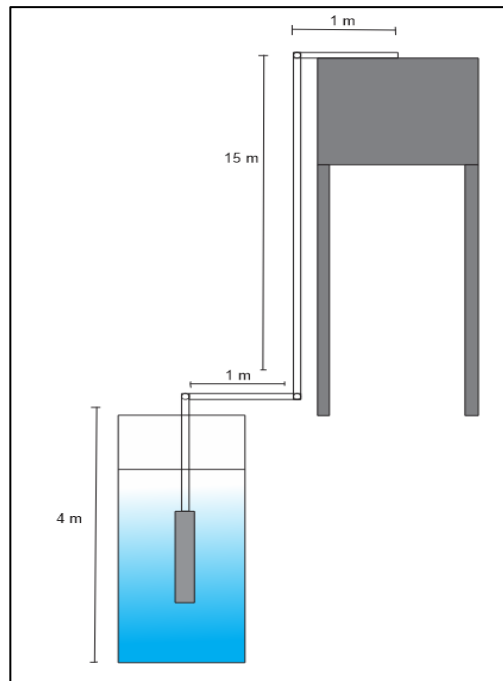
$$Q = \frac{11.00 \text{ m}^3}{2 \text{ horas}} = 5.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

El caudal que requiere la bomba sumergible es de 2.048 metros cúbicos/ hora, pasando a la conversión tendremos 0.00161 m³/seg.

En el grafico se observa la altura que tendrá la bomba hacia el reservorio que será de un total de 21 metros desde el punto de succión hasta el punto de descarga; usará tubería PVC de 1" 1/4.

Figura 5

Dimensiones de altura entre pozo - reservorio.



Nota: elaboración propia.

Con los datos adquiridos se procede al cálculo de la potencia de la bomba sumergible con la siguiente formula:

$$P_B = \frac{Q * \rho * g * h_B}{746 * \eta}$$

Donde:

P_B = potencia de la bomba (HP)

Q = caudal (0.00161 m³/seg).

g = gravedad (9.8 m/s²)

ρ = densidad del agua (998 kg/m³)

h_B = cabeza neta de la bomba (m)

η = eficiencia de la bomba (0.76)



746 kw=1HP

Para hallar H_b la encontraremos del balance de energía mecánica de fluidos, de la ecuación de Bernoulli se realizará un balance desde el punto de succión (1) hasta el punto de descarga (2).

$$h_1 + \frac{v_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\rho} + h_B = h_2 + \frac{v_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\rho} + h_{f_{1-2}}$$

Después de plantearnos la ecuación de Bernoulli procedemos a despejar h_B , donde la velocidad inicial y la velocidad de salida serán a 0, como también anularemos las presiones ya que están expuestas a una presión atmosférica; despejando tendremos la siguiente ecuación:

$$h_B = h_2 + \frac{v_2^2}{2g} + h_{f_{1-2}}$$

Donde:

h_B = cabeza neta de la bomba (m).

H_2 = altura total de ascenso de agua (16 m).

V_2^2 = velocidad de salida del agua(m/s).

$h_{f_{1-2}}$ = pérdidas por fricción.

Para hallar la velocidad emplearemos la siguiente formula:

$$v_2 = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\left(\frac{\pi \cdot D^2}{4}\right)} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

Donde:

Q = caudal (0.00161 m³/seg).

π = 3.1416

D^2 = diámetro interior de la tubería de la tubería (0.03814 m).

$$v_2 = \frac{4 * 0.00161 \text{ m}^3/\text{seg}}{3.1416 * 0.03814^2} = 0.498 \text{ m/s}$$

Seguidamente obtendremos las pérdidas por fricción, donde se le sumara las pérdidas por secundarias como pérdidas en la tubería y como por accesorios codos y válvula, mediante la ecuación siguiente formula:

$$h_{f_{1-2}} = F \cdot \frac{L}{D} * \frac{V_2^2}{2g} + \sum K_c \frac{V_2^2}{2g} + K_v \frac{V_2^2}{2g}$$



Factorizando la ecuación obtendremos lo siguiente:

$$h_{f\ 1-2} = \frac{V_2^2}{2g} \left[F \cdot \frac{L}{D} + \sum K_c + K_v \right]$$

Donde:

V_2 = velocidad de salida (0.498 m/s).

F = factor de fricción de la tubería.

L = longitud de la tubería (21 m).

D = diámetro interior de la tubería (0.03814 m).

K_c = pérdida por codos.

K_v = pérdida por válvula.

Para determinar la equivalencia del factor de pérdidas por fricción (F) de Coolebrock entonces emplearemos la siguiente formula:

$$F = \frac{1.325}{\left\{ -\ln \left[\frac{\varepsilon}{3.7} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right] \right\}^2}$$

Donde:

Re = número de Reynolds.

ε = rugosidad relativa de tubería PVC.

Para hallar el número de Reynolds emplearemos la siguiente ecuación:

$$Re = \frac{V * D * \rho}{u}$$

Donde:

V = velocidad de salida (0.498 m/s).

D = diámetro interior de la tubería (0.03814 m).

ρ = densidad del agua (998kg/m³).

u = viscosidad del agua (1.005X10⁻³ Pas*seg)

$$Re = \frac{0.498 \frac{m}{s} * 0.03814 m * 998kg/m^3}{1.005X10^{-3} Pas * seg} = 18861.42$$

Para encontrar el dato de rugosidad absoluta de la tubería PVC que tiene un valor de 0.0015 mm, como también aplicaremos una formula donde:



$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0.00015 \text{ mm}}{38.14 \text{ mm}} = 4.393 \times 10^{-5}$$

Donde:

ε = rugosidad absoluta de la tubería PVC (0.0015 mm).

D = diámetro interior de la tubería (38.14 mm).

Con los datos obtenidos reemplazamos para calcular el factor de fricción de Coolebrok:

$$F = \frac{1.325}{\left\{ -\ln \left[\frac{4.393 \times 10^{-5}}{3.7} + \frac{5.74}{18861.42^{0.9}} \right] \right\}^2} = 0.026$$

La caída depresión en la línea total de la tubería desde el punto de 1 al punto 2 encontraremos perdidas secundarias como son 3 codos de 90° y también una válvula globo que controle el paso del agua, (cabe mencionar que los codos tendrán un valor 0.9 y la válvula globo un valor 10); con esos puntos a tomar reemplazamos en la fórmula:

$$h_{f_{1,2}} = \frac{(0.498 \text{ m/seg})^2}{(2 * 9.8 \text{ m/seg}^2)} \left[0.026 * \frac{21}{0.03814 \text{ m}} + \sum (0.9 * 3) + 10 \right]$$

$$h_{f_{1,2}} = 0.3430 \text{ m}$$

Seguidamente se procede a calcular la carga total que sufrirá la bomba (h_B), reemplazando en la siguiente ecuación:

$$h_B = 16 + \frac{(0.498 \text{ m/seg})^2}{(2 * 9.8 \text{ m/seg}^2)} + 0.3430 \text{ m} = 16.35 \text{ m}$$

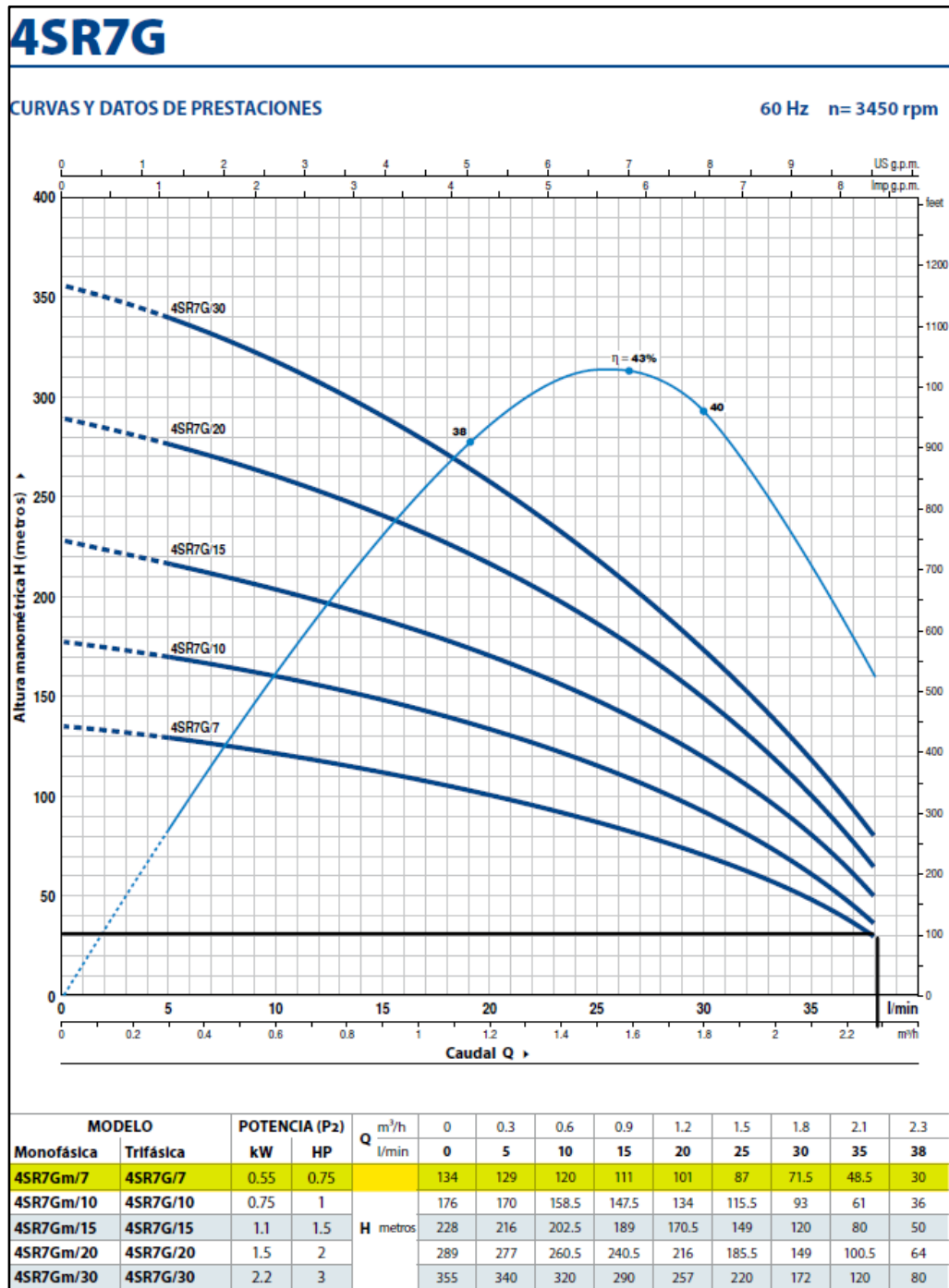
Finalmente procederemos para el cálculo de la potencia de la bomba sumergible (P_B) en la siguiente ecuación:

$$P_B = \frac{0.00161 \text{ m}^3/\text{seg} * 998 \text{ kg/m}^3 * 9.8 \text{ m/s}^2 * 16.35 \text{ m}}{746 * 0.75} = 0.55 \text{ HP} \sim 0.75 \text{ HP}$$

La potencia de la bomba que se requiere es de una potencia de 0.55 HP, pero para el mayor rendimiento se opta por una potencia de 0.75 HP, continuamente se procede a la elección de la bomba sumergible para el proyecto mediante curvas y datos de la bomba:

Figura 6

cuervas de datos de la bomba sumergible PEDROLLO.



Nota: Nota: sacado de Pedrollo Mexico (s/f).

<https://www.plomeriaselecta.com/Content/images/Catalogue/Bombas-Aqua/PEDROLLO/CATALOGO%20PEDROLLO%20SUMERGIBLES.pdf>

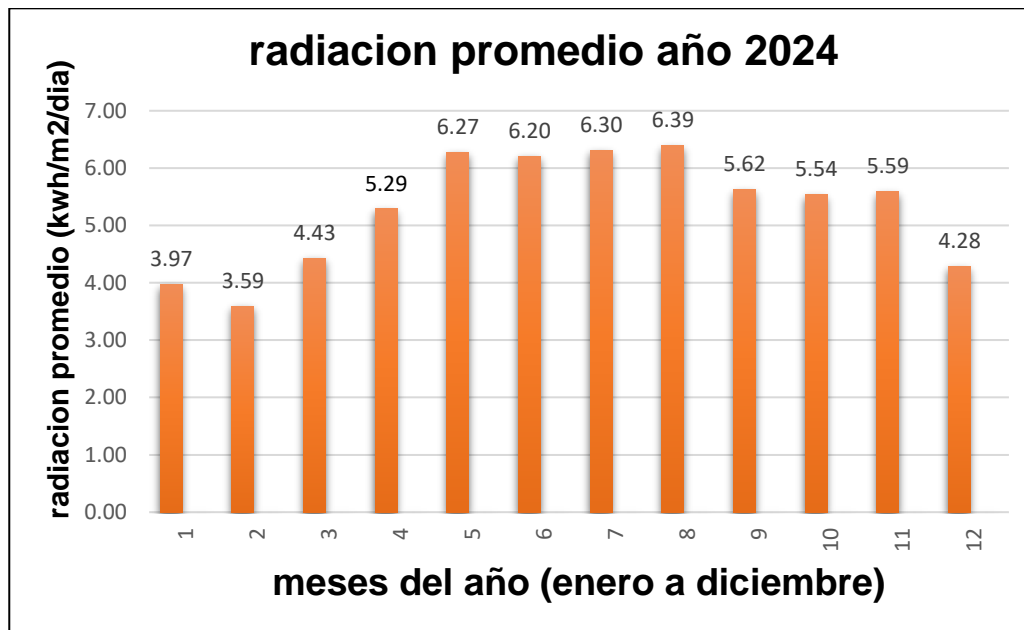
En el diagrama presentado concuerda con los resultados obtenidos, en la cual se optó por la bomba sumergible de la marca Pedrollo de modelo 4sr7Gm/7 de una potencia de 0.75 HP con un caudal de 2.3 m/h.

4.1.3 Dimensionamiento Del Sistema Fotovoltaico Solar.

Cabe resaltar que al momento de dimensionar los módulos solares se debe de tener factores como: la radiación solar en el área del terreno, consumo estimado de la bomba sumergible, las pérdidas que se someten los paneles solares. Seguidamente obtendremos las horas solar pico en lo que va del año como se muestra en la figura.

Figura 7

Radiación solar del año 2024.

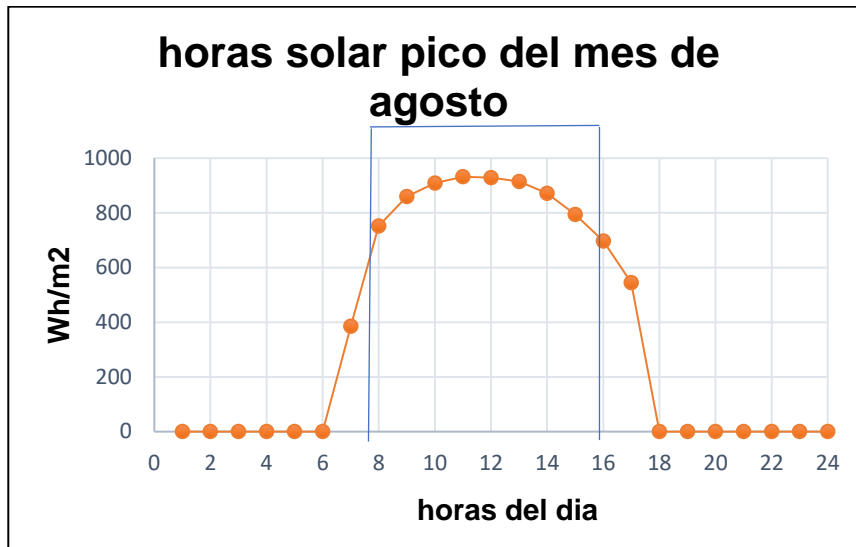


Nota: elaboración propia.

La figura el mes de febrero tiene menor radiación de 3.59 kwh/m²/día, y el mes con más radiación es de agosto con una radiación de 6.39 kwh/m²/día.

Figura 8

horas solar pico del mes de agosto.



Nota: elaboración propia.

Las horas solar pico del mes de agosto van comprendido de un rango de 8 – 16 horas, donde indica la mayor radiación solar posible.

4.1.3.1 Cálculo De Numero De Paneles Fotovoltaicos.

Para seguir con el cálculo de paneles fotovoltaicos, se seleccionará un módulo fotovoltaico policristalino de la marca Jinko solar por su baja economía en el mercado donde veremos sus principales características en la siguiente tabla:

Tabla N° 4: datos del panel solar.

Panel solar de 260 W de JINKO SOLAR	DATOS
potencia nominal, Pmax	260 W
tensión en el punto Pmax-VMPP(V)	31.1 V
corriente en el punto Pmax-IMPP(A)	8.37 A
tensión el circuito abierto-VOC(V)	38.1 V
corriente en corto circuito-ISC(A)	8.98 V
tolerancia en la potencia nominal (%)	0~+3%
coeficiente de temperatura Pmax	-0.40%/°C
coeficiente de temperatura VOC	-0.30%/°C
coeficiente de temperatura ISC	0.06%/°C
temperatura operacional nominal de la célula	45±2°C

Nota: elaboración propia.



Posteriormente se selecciona el mes con menos radiación solar que es febrero que tiene como menor radiación crítico de 3.59 kwh/m²/día, teniendo como mismo dato de horas solar pico crítico, trabajaremos con este dato para posteriormente dimensionar en condiciones de eficiencia mínima del módulo solar, en la siguiente tabla:

Tabla 5

Promedio de radiación solar.

Mes	PROMEDIO DE NIVEL DE RADIACION SOLAR KWh/m2/ día
Enero	3.97
Febrero	3.59
Marzo	4.43
Abril	5.29
Mayo	6.27
Junio	6.20
Julio	6.30
Agosto	6.39
Setiembre	5.62
Octubre	5.54
Noviembre	5.59
Diciembre	4.28

Nota: elaboración propia.

Un importante es el consumo que tendrá la bomba sumergible que hará un trabajo de tiempo considerado, se sabe que se seleccionó una bomba sumergible de 0.75 hp, donde pasa por una conversión para obtener 550 watts de potencia para la bomba.

Tabla 6

horas de uso de la bomba sumergible.

Horas de uso	Potencia (W)	Total, (w)
1	550	550
2	550	1100
3	550	1650
4	550	2200

Nota: elaboración propia.



Para tener mejor rendimiento de la bomba se debe considerar las horas de trabajo considerables, en este caso se considera 4 horas de funcionamiento para tener un rendimiento optimo; teniendo como una demanda eléctrica de 2200 watts de potencia.

(Instalación Solar Fotovoltaica para el Bombeo de Agua para Riego, s/f) menciona que:

Para el cálculo del número de paneles solares (N_{mod}) necesarios para satisfacer la demanda eléctrica prevista por la bomba de agua, se empleará la expresión siguiente:

$$N_{mod} = \frac{C_{ed}}{P_{MP} * HSP_{crit} * PR}$$

Donde:

N_{mod} = número de módulos solares.

C_{ed} = consumo estimado de energía de la bomba (2200 w).

P_{MP} = potencia máxima del módulo (260 w).

HSP_{crit} = hora solar más crítico (3.59 kwh/m²/día).

PR = performance ratio (perdidas).

Para ellos se requiere las distintas perdidas que puede tener el módulo fotovoltaico como son:

Perdidas por dispersión de potencia de ellos módulos.

En este caso, y de acuerdo con la ficha técnica proporcionada por el fabricante de los módulos fotovoltaicos elegidos, la tolerancia de la potencia nominal (%Pmax) del módulo se encuentra en el rango de 0 a +3%. Por lo tanto, se puede estimar una pérdida potencial por dispersión de potencia de aproximadamente un 3%.

Perdidas por aumento de temperatura de las células fotovoltaicas.

(Instalación Solar Fotovoltaica para el Bombeo de Agua para Riego, s/f) dice que:

Para el cálculo del factor que considera las pérdidas por aumento de la temperatura del panel (P_T), se suele emplear la siguiente expresión:

$$P_T = K_T * (T_C - 25^{\circ}C)$$

Donde:

P_T = perdida por incremento de temperatura del panel.

K_T = el coeficiente de temperatura, medido en °c⁻¹.



Este valor suele estar especificado por el fabricante del panel solar. No obstante, en caso de no estar disponible, se puede utilizar por defecto un coeficiente de $0.0035 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. En este estudio, el dato fue obtenido directamente del catálogo técnico del fabricante, indicando un valor de $0.0076 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

T_C = temperatura media mensual a la que trabajan las placas fotovoltaicas.

Para encontrar T_C se puede emplear en la siguiente expresión:

$$T_C = T_{AMB} + \frac{(T_{ONC} - 20^\circ\text{C}) * E}{800}$$

Donde:

T_C = temperatura media mensual a la que trabajan las placas fotovoltaicas.

T_{AMB} = la temperatura ambiente media mensual del lugar donde se instalarán los módulos fotovoltaicos, la temperatura en la comunidad de Coasia es de 18°C .

T_{ONC} = es la temperatura de operación nominal de la célula, este dato además es suministrado por el fabricante del módulo solar, siendo el valor en este caso $T_{onc} = 45^\circ\text{C}$.

E = es la radiación media en un día soleado del mes en cuestión, que en este caso es de valor $595\text{W}/\text{m}^2$ del mes de febrero.

Reemplazando los datos de la expresión anterior, en la temperatura media mensual (T_C) en la que funcionan los paneles fotovoltaicos, resulta que:

$$T_C = 18^\circ\text{C} + \frac{(45^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) * 595\text{W}/\text{m}^2}{800} = 36.59^\circ\text{C}$$

Por lo que podremos encontrar también las pérdidas por aumento de temperatura del panel fotovoltaico (P_T), reemplazando en la expresión resulta que:

$$P_T = 0.0076 * (36.59 - 25^\circ\text{C}) = 0.08 \sim 8\%$$

Perdida debida a la acumulación de suciedad en los paneles fotovoltaicos.

Bajo condiciones normales de instalación y con un mantenimiento y limpieza periódicos adecuados, las pérdidas de eficiencia en los paneles fotovoltaicos atribuibles a suciedad u otros factores similares no deberían superar el 3%.

Perdidas por sombras.

Las pérdidas ocasionadas por el sombreado parcial en los generadores fotovoltaicos, las cuales afectan negativamente su rendimiento eléctrico, se estiman aproximadamente en un 2%.



Perdidas por degradación de los paneles fotovoltaicos.

Estas pérdidas están asociadas a la degradación natural de las células de silicio provocada por su exposición continua a la radiación solar. Comúnmente, se acepta que este tipo de deterioro representa una pérdida aproximada del 1%.

Perdidas eléctricas.

la caída de tensión no podrá superar el 1,5% en la parte de la instalación que funcione en corriente continua. Por tanto, teniendo en cuenta estas consideraciones, se estiman que las pérdidas eléctricas serán del 1,5%.

Perdidas por reflectancia.

(Instalación Solar Fotovoltaica para el Bombeo de Agua para Riego, s/f) menciona que:

Este tipo de pérdidas, relacionadas con los efectos angulares de la reflexión en los módulos fotovoltaicos, han sido estimadas por la Universidad de Ginebra en aproximadamente un 2.9%, y deben ser tenidas en cuenta al calcular el rendimiento global del sistema.

Por último, se hace conteo de las pérdidas halladas del performance ratio (*PR*) que son los siguientes mencionados:

$$PR = 100\% - 3\% - 8\% - 3\% - 2\% - 1\% - 1.5\% - 2.9\% = 78.6\%$$

Con todos los resultados adquiridos podemos calcular el número de módulos solares (N_{mod}), podemos remplazar los datos en la expresión anterior:

$$N_{mod} = \frac{2200 \text{ w}}{260 \text{ w} * 3.59 \text{ kwh/m}^2/\text{dia} * 0.78} = 3.02 \sim 4$$

El número de módulos fotovoltaicos es de 3.02, pero para tener una mayor entrega de energía por parte de los paneles fotovoltaicos consideramos 4 módulos fotovoltaicos policristalinos.

Las conexiones que se pueden hacer a los módulos fotovoltaicos pueden ser de conexión en serie como también conexión en paralelo.

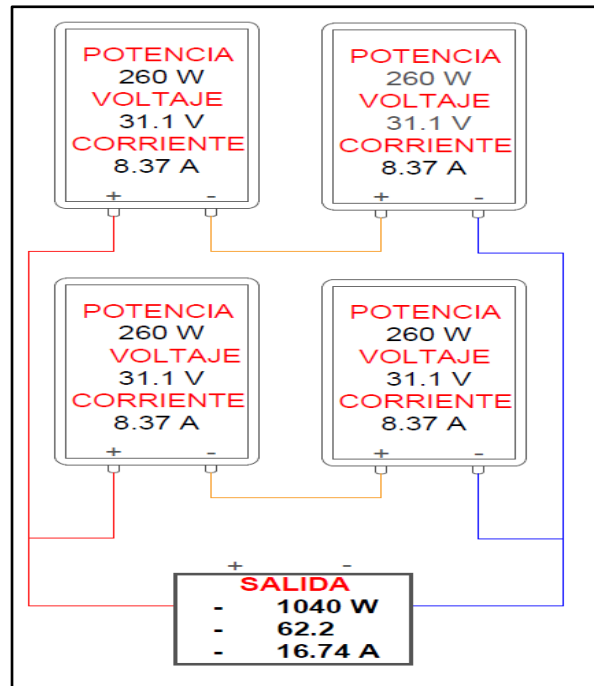
En la conexión en paralelo de los módulos permite que la corriente se multiplique así para mantener el voltaje con el mismo valor.

En cambio, las conexiones en serie se de los módulos permite que el voltaje se multiplique por 2 manteniendo la corriente con su mismo valor.

Las conexiones del sistema consistirán en 2 módulos solares conectados en serie seguidamente ambos grupos serán conectados en paralelo, todo esto para conseguir los valores requeridos por el regulador. Las siguientes conexiones se muestran en la imagen:

Figura 9

conexión de paneles solares.



Nota: elaboración propia.

4.1.4 Cálculo del regulador de carga.

Al momento de elegir un regulador de carga, es fundamental determinar la máxima corriente que este deberá manejar, tanto en su entrada como en su salida. Este cálculo asegura que el dispositivo pueda operar de manera segura y eficiente dentro del sistema fotovoltaico.

(Instalación Solar Fotovoltaica para el Bombeo de Agua para Riego, s/f)

Para el cálculo de la máxima corriente de entrada al regulador (I_{Re}), que proviene directamente de los módulos fotovoltaicos, se empleará la siguiente expresión:

$$I_{Re} = 1,25 * I_{SC} * N_{paralelo}$$

Donde:

I_{Re} = corriente de entrada al regulador.



I_{SC} = corriente de cortocircuito del módulo fotovoltaico (8.96 A).

$N_{paralelo}$ = es el número de ramales de paneles solares dispuestos en paralelo del generador fotovoltaico que se vaya a instalar, siendo en este caso, 2 ramales.

1,25 = es un factor de seguridad para evitar daños ocasionales al regulador. (Instalación Solar Fotovoltaica para el Bombeo de Agua para Riego, s/f).

Remplazando en la ecuación del cálculo de la intensidad de entrada al regulador (I_{Re}) los datos obtenidos, resulta el siguiente resultado:

$$I_{Re} = 1,25 * 8.98 * 2 = 22,45 \text{ Amp}$$

(Instalación Solar Fotovoltaica para el Bombeo de Agua para Riego, s/f) deduce que:

para el cálculo de la máxima corriente esperada a la salida del regulador (I_{RS}), es decir, del lado de la instalación que alimenta a la bomba de agua, se empleará la siguiente expresión:

$$I_{RS} = \frac{1,5 * P_{DC}}{V_B}$$

Donde:

I_{RS} = corriente de salida del regulador.

1,5 = es un factor de seguridad para tener en cuenta los picos de corriente que puedan producirse en el arranque de la bomba.

P_{DC} = la potencia de las cargas en continua (o corriente directa) que haya que alimentar, que en este caso es la potencia nominal de la bomba, de valor 550W.

V_B = la tensión nominal de la bomba, de valor 48 V_{DC} (entrada del inversor para la bomba sumergible).

Reemplazando en la expresión anterior, obtendremos que la corriente de salida del regulador (I_{RS}) resultará:

$$I_{RS} = \frac{1,5 * 550}{48} = 17.18A$$

Entonces podemos decir que, el regulador que se obtenga deberá tener un soporte de al menos una corriente aproximada de 22,45 amperios en la entrada y de tal manera 17,18 amperios en su salida del regulador de carga.

Mediante la búsqueda del regulador de carga se opta por un modelo de MPPT PC1800A.



Como último paso se determina comprobar los parámetros de diseño del modelo de regulador para verificar si cumplen con las condiciones de operación previstas, como son:

En el rango de tensión del diseño fotovoltaico en la entrada del regulador MPPT PC1800A comprende un rango de voltaje entre $60 - 130 V_{DC}$.

El regulador de carga será alimentado por un sistema fotovoltaico que están compuestos por 2 conexiones en serie y con 2 conexiones en paralelo.

Según la ficha técnica del panel solar, obtendremos su voltaje de operación es de $V_{MP} = 31.1 V$, entonces el voltaje de entrada al regulador (V_{Re}) será:

$$V_{Re} = 2 * V_{MP}$$

Donde:

V_{Re} = voltaje de entrada al regulador.

V_{MP} = voltaje de operación del módulo solar ($V_{MP} = 31.1 V$).

Remplazando datos de la siguiente expresión:

$$V_{Re} = 2 * 31.1 = 62.2 V$$

El valor de voltaje en la entrada al regulador es de 62.2 volts, está dentro del rango de diseño del regulador; $60V < 62.2V < 130V$.

La potencia máxima admisible, el regulador MPPT PC1800A tiene una potencia de entrada de 1250 watts.

Según la configuración de nuestro sistema fotovoltaico contamos con 2 paneles en conexiones en serie, 2 paneles en conexiones en paralelo teniendo en total 4 módulos fotovoltaicos, la potencia máxima admisible al regulador ser:

$$4 * 260W = 1040W.$$

La potencia máxima admitida por el regulador es de 1040W, es inferior a la máxima potencia admitida por el regulador seleccionado.

Finalmente, el regulador de carga seleccionado MPPT PC1800A, cumple con los datos para el diseño fotovoltaico solar.

4.1.5 Cálculo del inversor de corriente DC/AC

Cálculo del inversor. (s/f). dice lo siguiente:

La potencia de nuestro inversor se escogerá de acuerdo con la suma de las potencias de nuestros equipos de corriente alterna.



Entonces asumimos el consumo de la bomba sumergible que, de 550 watts, para ello la potencia nominal que debe operar el inversor es la siguiente:

$$W_{mi} = W_D * C_f$$

Donde:

W_{mi} = potencia mínima del inversor.

W_D = potencia de demanda de la bomba (550 watts).

C_f = coeficiente de simultaneidad (1.25).

Remplazando los datos en la expresión:

$$W_{mi} = 550 \text{ watts} * 1.25 = 687 \text{ watts}$$

El voltaje nominal de entrada del inversor en DC será de 48 voltios, el voltaje nominal de salida en AC será de 220 voltios y la potencia demandada debe de ser mayor a la potencia mínima que soporta el inversor.

Finalmente, la elección del inversor de modelo PHOEMIX SMART cumple con los datos requeridos de nuestro diseño de un sistema fotovoltaico.

4.1.6 Dimensionamiento del conductor

Para el dimensionamiento del conductor para el diseño fotovoltaico se deberá considerar los tramos como son: módulos solares-regulador; regulador-inversor; inversor-carga(bomba). Como se muestra:

Tabla 7

Tramos de conductores.

Tramo	Longitud de recorrido (m)	Caída de tensión
Modulo solar – regulador	4 metros	1%
Regulador – inversor	3 metros	1%
Inversor – carga (bomba)	15 metros	3%

Nota: elaboración propia.

Para el cálculo de sección de los conductores eléctricos (S), en los tramos que circula corriente continua (DC), para ello se aplica el siguiente formulario:

$$S = \frac{2 * L * I}{\Delta V * K}$$

Donde:

S = sección del conductor (mm²)



L = longitud del conductor en tramos (4m)

I = corriente que circula en el tramo (A)

ΔV = caída de tensión (V)

K = conductividad del cobre (56 m/ Ω .mm²)

- **Tramo módulos solares – regulador de carga.**

Para determinar la corriente que circula en el tramo 1 se debe tener en cuenta la conexión en paralelo que tiene 2 ramales; teniendo la corriente del módulo solar en corto circuito (I_{SC}) de 9.98 amperios:

$$I = 2 * I_{SC}$$

Donde:

I_{SC} = corriente en cortocircuito del módulo solar (9.98 I_{SC}).

Remplazando datos en la expresión:

$$I = 2 * 9.98 I_{SC} = 17.72 \text{ Amp}$$

Para determinar la caída de tensión se debe tomar como dato el voltaje de máxima potencia (V_{mp}) del módulo solar que es de 31.1 V, se sabe que la caída de tensión es del 1%.

$$\Delta V = 0.01 * 31.1 V = 0.62 \text{ voltts}$$

Remplazando los datos adquiridos en la expresión, para determinar la sección del conductor:

$$S = \frac{2 * 4 * 17.72 \text{ amp}}{62.2 \text{ voltts} * 56 \text{ m}/\Omega. \text{mm}^2} = 4.08 \text{mm}^2$$

- **Tramo regulador de carga – inversor.**

$$S = \frac{2 * L * I}{\Delta V * K}$$

Donde:

S = sección del conductor (mm²)

L = longitud del conductor en tramos (3m)

I = corriente que circula en el tramo (17.18 A)

ΔV = caída de tensión (V)

K = conductividad del cobre (56 m/ Ω .mm²)



Se debe tener en cuenta la corriente, es la misma corriente de salida del regulador (I_{RS}) es de 17.18 Amp.

Para la caída de tensión, el voltaje que circula del regulador hacia el inversor es de 48 voltios, se asume que la caída de tensión es de 1%, entonces se deduce que:

$$\Delta V = 0.01 * 48 V = 0.48 \text{ volts}$$

Con los adquiridos lo remplazamos en la expresión:

$$S = \frac{2 * 3 * 17.72 \text{ amp}}{0.48 \text{ volts} * 56 \text{ m}/\Omega. \text{mm}^2} = 4.38 \text{mm}^2$$

- **Tramo inversor – carga (motor de la bomba)**

Para determinar la salida de la corriente del inversor se aplica la siguiente expresión:

$$I = \frac{P}{V}$$

Donde:

P = potencia que soporta el inversor (6000 W).

V = voltaje de salida del inversor (220 V).

Remplazando en la expresión:

$$I = \frac{6000 W}{220 V} = 27.2 \text{ Amp}$$

Se sabe que porcentaje de la caída de tensión es de un 3%, el voltaje en la salida del inversor es de 220 V, con estos datos se asume que la caída de tensión es:

$$\Delta V = 0.03 * 220 V = 6.6 \text{ volts}$$

Con los resultados recolectados lo remplazamos en la expresión:

$$S = \frac{2 * 15 * 27.27 \text{ amp}}{6.6 \text{ volts} * 56 \text{ m}/\Omega. \text{mm}^2} = 2.20 \text{ mm}^2$$

Finalmente, la sección de los conductores para cada tramo es:

Tabla 8

sección de conductores.

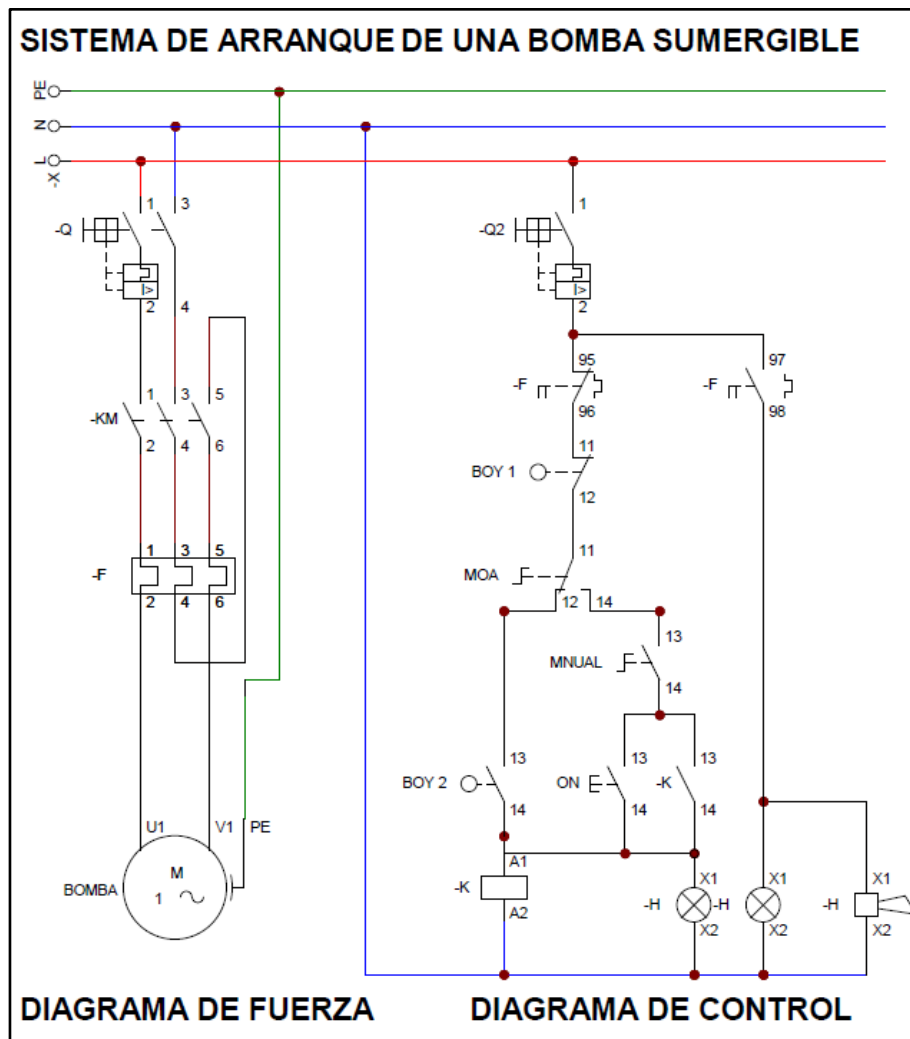
Tramo	Sección de conductor
Modulo solar – regulador	4.08 mm ²
Regulador – inversor	4.38 mm ²
Inversor – carga (bomba)	2.20 mm ²

Nota: elaboración propia.

Para obtener un control del sistema fotovoltaico total, se elabora un sistema de protección y de arranque de la bomba sumergible

Figura 10

Diagrama de arranque de la bomba sumergible.



Nota: elaboración propia (CadeSimu)

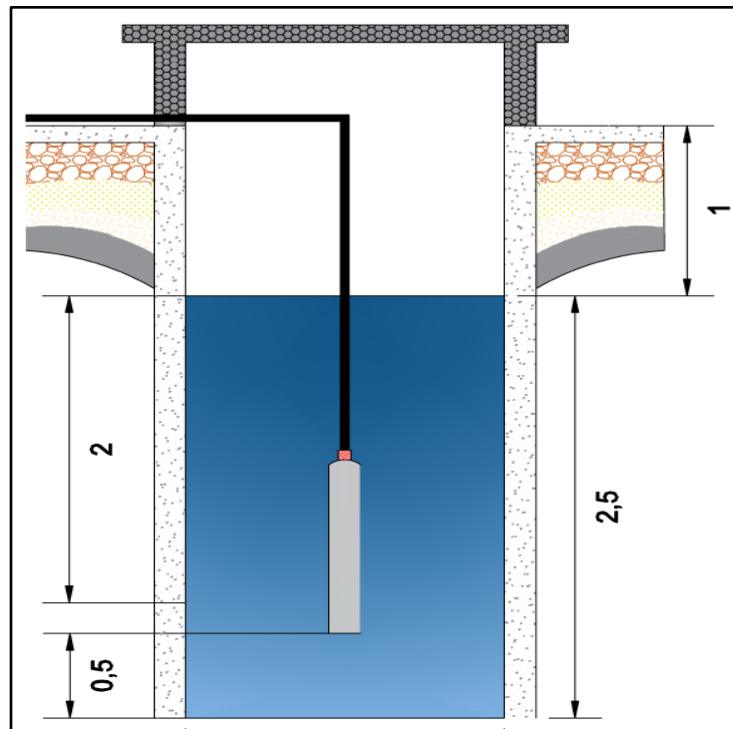
4.1.7 Recurso Hídrico y Sistema Hidráulico.

Para dirigir un diseño de riego, se tiene provisto que la adquisición del recurso hídrico se obtendrá mediante un pozo el cual esta abastecida por manantiales, el diámetro del pozo es de 1.5 metros, la distancia de nivel de agua hasta la altura del pozo es el valor de 1 metro, en los tiempos de sequía suele estar la altura de 1.5 metros y la distancia del nivel del agua hasta la profundidad de pozo es de 2.50 metros; generalmente el pozo recauda 4.41 metros cúbicos(m³).

Para que la bomba sumergible PEDROLLO 4SR tenga un mejor desempeño se reducirá 50 centímetros de la altura del agua, por que al momento de succión de agua moverá partículas de tierra provocando que el filtro de agua se tape más rápido.

Figura 11

Dimensiones de la Nota de agua.



Nota: elaboración propia.

Como se resaltaba anteriormente el sistema de riego contará con una elevación de un reservorio la cual será suministrar agua a los cultivos, por lo cual se hace un diseño de reservorio.

El reservorio tendrá una estructura de puro concreto de forma cuadrática, el interior donde se reservará el líquido tendrá unas dimensiones de 1.60 m x 1.60 m, con lo que tendrá una capacidad de almacenamiento de 4.096 m³ de agua.

La cantidad de agua que podrá almacenar el reservorio teniendo en cuenta que el interior del reservorio tendrá una medida de 1.6 metros de cada uno de sus lados; entonces el volumen del cubo será calculado como:

$$V_{CUBO} = L^3$$

Donde:

L = lado del reservorio (1.6 m)

$$V_{reservorio} = 1.6^3 = 4.096 \text{ m}^3$$

Para poder determinar el tiempo de llenado de nuestro reservorio tomaremos como dato de nuestro reservorio que tendrá un volumen de 4.096 m³, el otro dato nos genera la bomba PEDROLLO 4SR que tiene un caudal de 2.3 m³/h, entonces lo calcularemos mediante la siguiente ecuación:

$$Q = V * T$$

Donde:

Q = caudal (2.3 m³/h).

V = volumen del reservorio (11.00 m³)

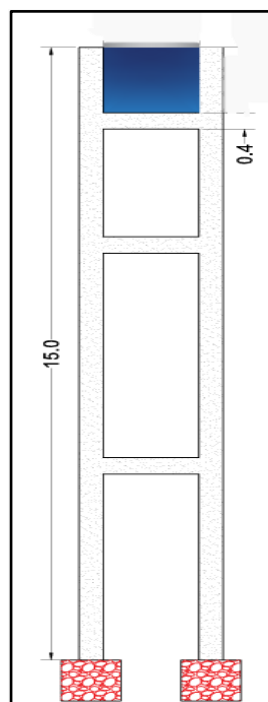
T = tiempo

Para obtener el tiempo de llenado se requiere despejar la ecuación la cual resulta como:

$$T = V/Q$$
$$T = \frac{11.00 \text{ m}^3}{2.3 \text{ m}^3/h} = 4 \text{ horas}$$

Figura 12

Dimensiones del reservorio.



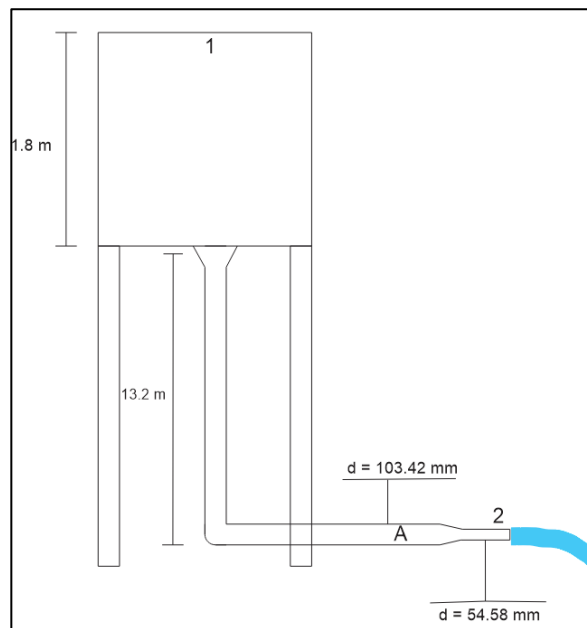
Nota: elaboración propia.

4.1.8 Dimensionamiento de aspersores.

Para determinar la elección de aspersores se debe tener en cuenta la presión con la que trabaja, tal presión será la misma presión de salida de la tubería de agua; la tubería de salida de agua del reservorio será de la tubería principal de 4" con un diámetro interior de 103.42 mm y la segunda tubería de 2" con un diámetro de 24.28 mm.

Figura 13

Dimensiones de tuberías.



Nota: elaboración propia.

Para calcular la presión en la salida del reservorio se elabora un cálculo numérico, para seleccionar los aspersores; dicho calculo inicia mediante la ecuación de Bernoulli:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_A$$

Despejando las incógnitas para determinar la velocidad en el punto 2, nos quedaría una expresión de:

$$Z_1 = \frac{V_2^2}{2g}$$

$$V_2 = \sqrt{Z_1 + 2g}$$



Donde:

V_2 = velocidad (m/s)

Z_1 = altura de caída del agua (15 m)

g = 9.8 m/s.

Remplazando los datos en la expresión:

$$V_2 = \sqrt{15 \text{ m} + 2(9.8 \text{ m/s})} = 17.14 \text{ m/s}$$

Para deducir la velocidad en el punto (A), se emplea la ecuación de continuidad que es:

$$\rho_1 * A_1 * V_1 = \rho_2 * A_2 * V_2$$

$$A_A * V_A = A_2 * V_2$$

Se sabe que la ecuación del área es:

$$A_A = \left(\frac{\pi}{4}\right) * D^2$$

Entonces se puede decir que:

$$\left(\frac{\pi}{4} * D_A^2\right) * V_A = \left(\frac{\pi}{4} * D_2^2\right) * V_2$$

Simplificando la ecuación se tiene:

$$D_A^2 * V_A = D_2^2 * V_2$$

$$V_A = \frac{D_2^2 * V_2}{D_A^2}$$

Donde:

V_A = velocidad en el punto A (m/s)

D_2^2 = diámetro en el punto 2 (mm)

V_2 = velocidad en el punto 2 (m/s)

D_A^2 = diámetro en el punto A (mm)

Remplazando en la ecuación:

$$V_A = \frac{(34.58 \text{ mm})^2 * 17.46 \text{ m/s}}{(103.42 \text{ mm})^2} = 4.775 \text{ m/s}$$

Para determinar el caudal en el punto (A) se emplea la ecuación siguiente:



$$Q = A_A * V_A$$

$$A_A = \frac{\pi}{4} * D_A^2$$

Donde:

Q = caudal (m^3/s)

V_A = velocidad en el punto A (m/s)

D_A^2 = diámetro en el punto A (0.10342 m)

Remplazando datos obtenemos que:

$$A_A = \frac{\pi}{4} * 0.10342 \text{ m} = 0.00840 \text{ m}^2$$

$$Q = 0.00840 \text{ m}^2 * 4.775 \text{ m/s} = 0.0040 \text{ m}^3/s$$

Finalmente se calcula la presión en el punto (A), empleando la ecuación de Bernoulli:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_A}{\gamma} + \frac{V_A^2}{2g} + Z_A$$

Despejando queda una expresión de:

$$Z_1 = \frac{P_A}{\gamma} + \frac{V_A^2}{2g}$$

$$\frac{P_A}{\gamma} = Z_1 - \frac{V_A^2}{2g}$$

Donde:

P_A = presión en el punto A.

γ = peso específico del agua (9810 N/m^3).

V_A = velocidad en el punto 2 (4.775 m/s)

Z_1 = altura (15 m)

$$\frac{P_A}{9810 \text{ N/m}^3} = 15 \text{ m} - \frac{4.775 \text{ m/s}}{2(9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}})}$$

$$\frac{P_A}{9810 \text{ N/m}^3} = 13.836 \text{ m/s}$$

$$P_A = 13.836 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 9810 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}$$

$$P_A = 135738.05 \text{ pas} \sim 1.35 \text{ bar}$$

La presión de salida del reservorio es de 1.35 bar, con este dato se precede a utilizar un aspersor de modelo Tinza N13-VP que trabaja con una presión de 0.20 bar a 0.48 bar; también tiene un alcance de riego de 11 m a 13 metros, la cual será ideal para el diseño.

4.1.9 Distribución de aspersores

Para la correcta distribución de los aspersores se debe de analizar el área del terreno y acorde a sus dimensiones se puede tener buena distribución. El área de riego es de 100 m X 50 metros, teniendo sus dimensiones la característica de distribución son:

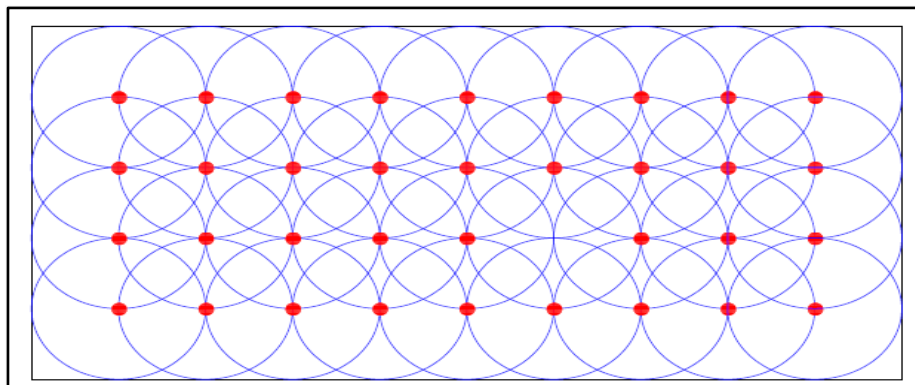
La distribución cuenta por tres ramales principales, por cada ramal tendrá tres sub ramales.

Por cada sub ramal contara con 4 aspersores.

Las características de los aspersores mencionan que tiene un alcance de 11 metros, la cual cubrirá la demanda del área.

Figura 14

distribución de aspersores.



Nota: elaboración propia.

4.1.10 Análisis económico

En esta parte del capítulo se desarrollará un análisis económico del proyecto, con el propósito de evaluar su viabilidad en relación con el diseño de un sistema fotovoltaico. Para ello, se utilizarán indicadores financieros que permitirán estimar el desempeño económico de la implementación propuesta. Los indicadores seleccionados son el Valor Actual Neto (VAN), que permite calcular el valor presente de los flujos de caja utilizando una tasa de descuento determinada, y la Tasa Interna de Retorno (TIR), que ofrece una estimación del porcentaje de rentabilidad que generaría el proyecto. En ese caso, principalmente se procederá establecer los ingresos y egresos monetarios del proyecto para así determinar los indicadores.



4.1.10.1 Inversión

Se ha propuesto una estimación para el proyecto de un costo total de 13.753.50S/.

Tabla 9

presupuesto para el sistema fotovoltaico.

PRESUPUESTO PARA EL SISTEMA FOTOVOLTAICO						
ITEM	DESCRIPCION DE MATERIALES	UND	METRADO	COSTO UNIT	PARCIAL	
1	SISTEMA FOTOVOLTAICO	und				
1.1	modulo solar policristalino	und	4	S/ 620.00	S/ 2,480.00	
1.2	bomba sumergible PEROLLO 4SR	und	1	S/ 1,150.00	S/ 1,150.00	
1.3	regulador de carga	und	1	S/ 900.00	S/ 900.00	
1.4	baterias AGM	und	1	S/ 900.00	S/ 900.00	
1.5	inversor PHOEMIX smart	und	1	S/ 400.00	S/ 400.00	
1.6	estructura metalica para soporte de los modulos solares		1	S/ 700.00	S/ 700.00	
SUB TOTAL					S/ 6,530.00	
2	SISTEMA DE PROTECCION					
2.1	interruptor termomagnetico	und	1	S/ 30.00	S/ 30.00	
2.2	interruptor diferencial	und	1	S/ 110.00	S/ 110.00	
2.3	contactor	und	1	S/ 70.00	S/ 70.00	
2.4	rele	und	1	S/ 20.00	S/ 20.00	
SUB TOTAL					S/ 230.00	
3	SISTEMA ELECTRICO					
3.1	conductor sumergible	m	20	S/ 35.00	S/ 700.00	
3.2	conductor TW	m	40	S/ 3.00	S/ 120.00	
3.3	cinta aislante 3M	und	4	S/ 15.00	S/ 60.00	
3.4	terminales tipo PIN	bol	1	S/ 5.00	S/ 5.00	
3.5	tuberia pvc 1"	m	6	S/ 3.00	S/ 18.00	
3.6	codos pv de 90° , 1 1/4"	und	3	S/ 3.00	S/ 9.00	
SUB TOTAL					S/ 912.00	
4	SISTEMA DE RIEGO					
4.1	Tubería de Impulsión PVC 1 1/4"	m	18	S/ 5.00	S/ 90.00	
4.2	Tubería pvc , diámetro 4"	m	9	S/ 5.00	S/ 45.00	
4.3	Tuberías pvc, diámetro 2"	m	450	S/ 3.00	S/ 1,350.00	
4.5	Manguera para aspersores	m	55	S/ 5.00	S/ 275.00	
4.7	aspersor N13- VP TINZA	und	36	S/ 15.00	S/ 540.00	
4.8	reductor pvc de 4" a 2"	und	1	S/ 5.00	S/ 5.00	
4.9	codo pcv 90° de 1 1/4"	und	3	S/ 2.50	S/ 7.50	
4.10	codo pcv 90° de 2"	und	3	S/ 3.00	S/ 9.00	
4.11	codo pvc en X de 2"	und	3	S/ 12.00	S/ 36.00	
4.12	valvula de compuerta de 2"	und	1	S/ 34.00	S/ 34.00	
4.13	valvula de paso de 2"	und	10	S/ 18.00	S/ 180.00	
SUB TOTAL					S/ 2,571.50	
5	OBRAS Y GASTOS GENERALES					
5.1	montaje de electrobomba	-		S/ 100.00	S/ 100.00	
5.2	montaje de módulos fotovoltaicos	-		S/ 200.00	S/ 200.00	
5.3	montaje de tablero	-		S/ 100.00	S/ 100.00	
5.4	construcción de reservorio	-		S/ 3,000.00	S/ 3,000.00	
5.5	otros	-		S/ 100.00	S/ 100.00	
SUB TOTAL					S/ 3,500.00	
COSTO TOTAL					S/ 13,743.50	

Nota: elaboración propia.



La comparación se elaborará entre un SFV y comparando con un sistema convencional teniendo una motobomba alimentada con GLP, lo cual tendrá el siguiente costo:

Tabla 10

Presupuesto para un sistema convencional.

PRESUPUESTO DE UN SISTEMA CONVENCIONAL							
ITEM	DESCRIPCION DE MATERIALES	UND	METRADO	COSTO UNIT		PARCIAL	
1	SISTEMA CONVENCIONAL	und					
1.1	Motobomba HONDA	und	1	S/	1,650.00	S/	1,650.00
1.2	gasolina, por día	gal	1	S/	10.00	S/	10.00
SUB TOTAL						S/	1,660.00
2	SISTEMA DE PROTECCION						
2.1	interruptor termomagnético	und	1	S/	30.00	S/	30.00
2.2	interruptor diferencial	und	1	S/	110.00	S/	110.00
2.3	contactor	und	1	S/	70.00	S/	70.00
2.4	relé	und	1	S/	20.00	S/	20.00
SUB TOTAL						S/	230.00
3	SISTEMA ELECTRICO						
3.1	conductor sumergible	m	20	S/	35.00	S/	700.00
3.2	conductor TW	m	40	S/	3.00	S/	120.00
3.3	cinta aislante 3M	und	4	S/	15.00	S/	60.00
3.4	terminales tipo PIN	bol	1	S/	5.00	S/	5.00
3.5	tuberia pvc 1"	m	6	S/	3.00	S/	18.00
3.6	codos pv de 90° , 1 1/4	und	3	S/	3.00	S/	9.00
SUB TOTAL						S/	912.00
4	SISTEMA DE RIEGO						
4.1	Tubería de Impulsión PVC 1 1/4"	m	18	S/	5.00	S/	90.00
4.2	Tubería pvc , diámetro 4"	m	9	S/	5.00	S/	45.00
4.3	Tuberías pvc, diámetro 2"	m	450	S/	3.00	S/	1,350.00
4.5	Manguera para aspersores	m	55	S/	5.00	S/	275.00
4.7	aspersor N13- VP TINZA	und	36	S/	15.00	S/	540.00
4.8	reductor pvc de 4" a 2"	und	1	S/	5.00	S/	5.00
4.9	codo pcv 90° de 1 1/4"	und	3	S/	2.50	S/	7.50
4.10	codo pcv 90° de 2"	und	3	S/	3.00	S/	9.00
4.11	codo pvc en X de 2"	und	3	S/	12.00	S/	36.00
4.12	valvula de compuerta de 2"	und	1	S/	34.00	S/	34.00
4.13	valvula de paso de 2"	und	10	S/	18.00	S/	180.00
SUB TOTAL						S/	2,571.50
5	OBRAS Y GASTOS GENERALES						
5.1	montaje de electrobomba	-		S/	100.00	S/	100.00
5.2	montaje de electro nivel	-		S/	200.00	S/	200.00
5.3	montaje de tablero	-		S/	100.00	S/	100.00
5.4	construccion de reservorio	-		S/	3,000.00	S/	3,000.00
5.5	otros	-		S/	100.00	S/	100.00
SUB TOTAL						S/	3,500.00
COSTO TOTAL						S/	8,873.50

Nota: elaboración propia.

Cabe mencionar que el costo de instalación de la motobomba es menor que la del sistema fotovoltaico, pero el valor de costos se elevara al momento de utilizar gasolina que



sumara diariamente 10 soles durante 365 días del año, en las siguientes tablas se indicara los costos de mantenimiento entre un sistema fotovoltaico solar y uno convencional, las cuales son:

Tabla 11

costos de un mantenimiento convencional.

ITEM MANTENIMIENTO DE UN SISTEMA CONVENCIONAL					
1	DESCRIPCION DE MANO DE OBRA PARA LA MOTOBOMBA	cantidad	costo uní	parcial	
1.1	desmontaje de bomba	1	S/ 50.00	S/	50.00
1.2	cambio de rodajes	2	S/ 25.00	S/	50.00
1.3	barnizado de devanado	1	S/ 50.00	S/	50.00
1.4	cambio de sellos	2	S/ 10.00	S/	20.00
1.5	limpieza interna del impulsor	1	S/ 50.00	S/	50.00
1.6	limpieza interna de la bomba	1	S/ 25.00	S/	25.00
1.7	limpieza externa de la bomba	1	S/ 25.00	S/	25.00
1.8	montaje de la motobomba	1	S/ 50.00	S/	50.00
COSTO SUB TOTAL					S/ 320.00
2	DESCRIPCION DE MATERIALES DE LA MOTOBOMBA				
2.1	rodamientos	2	S/ 25.00	S/	50.00
2.2	barniz dieléctrico	1	S/ 85.00	S/	85.00
2.3	anillos para sellos mecánico	2	S/ 15.00	S/	30.00
2.4	insumos de limpieza (quita sarro y oxido)	1	S/ 75.00	S/	75.00
COSTO SUB TOTAL					S/ 240.00
3	DESCRIPCION DE COSTOS DE LA MOTOBOMBA				
3.1	mano de obra			S/	320.00
3.2	materiales (depende de la calidad)			S/	240.00
COSTO TOTAL					S/ 560.00
4	DESCRIPCION DE MANO DE OBRA PARA EL TABLERO				
4.1	mantenimiento de interruptor termomagnético	1	S/ 10.00	S/	10.00
4.2	mantenimiento de interruptor diferencial	1	S/ 10.00	S/	10.00
4.3	mantenimiento de relé de maniobra	1	S/ 10.00	S/	10.00
4.4	mantenimiento de contactor de maniobra	1	S/ 10.00	S/	10.00
4.5	mantenimiento de componentes de señalización	4	S/ 2.50	S/	10.00
4.6	limpieza interna del tablero	1	S/ 25.00	S/	25.00
4.7	mantenimiento de electro nivel	2	S/ 35.00	S/	70.00
4.8	limpieza externa del tablero	1	S/ 25.00	S/	25.00
4.9	ajuste de conexiones de componentes	1	S/ 50.00	S/	50.00
COSTO SUB TOTAL					S/ 220.00
5	DESCRIPCION DE MATERIALES PARA EL TABLERO				
5.1	cintillos	1	S/ 5.00	S/	5.00
5.2	terminales tipo pin	1	S/ 5.00	S/	5.00
5.3	limpia contacto	1	S/ 30.00	S/	30.00
5.4	disolvente dieléctrico	1	S/ 50.00	S/	50.00
5.5	insumos de limpieza (quita sarro y oxido)	1	S/ 75.00	S/	75.00
COSTO SUB TOTAL					S/ 165.00
6	DESCRIPCION DE COSTOS PARA EL TABLERO				
6.1	mano de obra			S/	220.00
6.2	materiales (depende de la calidad)			S/	165.00
COSTO TOTAL					S/ 385.00
DESCRIPCION DE OBRA					
mantenimiento preventivo de la motobomba				S/	560.00
mantenimiento preventivo del tablero de control				S/	385.00
COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO					S/ 945.00

Nota: elaboración propia.

El costo total de mantenimiento obtenido es anualmente, adicionándole el consumo de gasolina que tendrá durante 365 días del año que asciendo a los 3650 soles.



Tabla 12

costo de mantenimiento de un sistema fotovoltaico.

MANTENIMIENTO PARA UN SISTEMA DE RIEGO FOTOVOLTAICO						
ITEM	MANTENIMIENTO DE UN REIGO FV	cantidad	costo	parcial		
1	limpieza del panel solar	1	S/ 25.00	S/		25.00
1.1	mantenimiento de la bomba sumergible	1	S/ 25.00	S/		25.00
COSTO SUB TOTAL						S/ 50.00
DESCRIPCION DE MANO DE OBRA PARA EL						
2	TABLERO					
2.1	mantenimiento de interruptor termomagnético	1	S/ 10.00	S/		10.00
2.3	mantenimiento de interruptor diferencial	1	S/ 10.00	S/		10.00
2.4	mantenimiento de relé de maniobra	1	S/ 10.00	S/		10.00
2.5	mantenimiento de contactor de maniobra	1	S/ 10.00	S/		10.00
2.6	mantenimiento de componentes de señalización	4	S/ 2.50	S/		10.00
2.7	limpieza interna del tablero	1	S/ 25.00	S/		25.00
2.8	mantenimiento de electro nivel	2	S/ 35.00	S/		70.00
2.9	limpieza externa del tablero	1	S/ 25.00	S/		25.00
2.10	ajuste de conexiones de componentes	1	S/ 50.00	S/		50.00
COSTO SUB TOTAL						S/ 220.00
DESCRIPCION DE MATERIALES PARA EL						
3	TABLERO					
3.1	cintillos	1	S/ 5.00	S/		5.00
3.2	terminales tipo pin	1	S/ 5.00	S/		5.00
3.3	limpia contacto	1	S/ 30.00	S/		30.00
3.4	disolvente dieléctrico	1	S/ 50.00	S/		50.00
3.5	insumos de limpieza (quita sarro y oxido)	1	S/ 75.00	S/		75.00
COSTO SUB TOTAL						S/ 165.00
DESCRIPCION DE COSTOS PARA EL						
4	TABLERO					
4.1	mano de obra				S/	220.00
4.2	materiales (depende la calidad)				S/	165.00
COSTO TOTAL						S/ 385.00
DESCRIPCION DE OBRA						
	mantenimiento preventivo de la bomba sumergible				S/	50.00
	mantenimiento preventivo del tablero de control				S/	385.00
COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO						S/ 435.00

Nota: elaboración propia.

También se costea el mantenimiento de un sistema fotovoltaico que es menor al convencional.

4.1.10.2 Flujo De Caja

El flujo de caja del proyecto accederá observar los ingresos y egresos que tendrá nuestro proyecto en un plazo de 20 años.



4.1.10.3 Componentes Del Flujo De Caja

Los componentes del flujo de caja son la inversión inicial, también los diferentes ingresos y tanto como egresos que se dará un cierto periodo de tiempo en la operación del proyecto.

Campos Vásquez, P. C. (2018). Menciona en su tesis que:

Los ingresos proyectados en este estudio provendrán del ahorro generado al reemplazar la motobomba actualmente en uso por el nuevo sistema de bombeo fotovoltaico. En cuanto a los egresos, se contemplará el pago anual correspondiente al crédito bancario, calculado con una tasa de interés máxima, así como la depreciación de los equipos, estimada en función de su vida útil. (pág. 98).

4.1.10.4 Taza de descuento

Campos Vásquez, P. C. (2018). Lo define en su tesis como:

Esta tasa representa el rendimiento mínimo que se espera del proyecto en función del nivel de riesgo asociado. Una vez determinada, servirá como base para calcular el Valor Actual Neto (VAN), permitiendo así evaluar la viabilidad económica de la inversión. (pág.99)



Tabla 13

flujo de caja del valor actual.

AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
inversión fija	-S/ 13,743.50									
TOTAL, FLUJO DE CAPITAL	-S/ 13,743.50									
FLUJO OPERATIVO										
INGRESOS										
ahorro en combustible		S/ 3,650.00	S/ 3,650.00	S/ 3,650.00	S/ 3,650.00	S/ 3,650.00	S/ 3,650.00	S/ 3,650.00	S/ 3,650.00	S/ 3,650.00
ahorro por mantenimiento de motobomba		S/ 945.00	S/ 945.00	S/ 945.00	S/ 945.00	S/ 945.00	S/ 945.00	S/ 945.00	S/ 945.00	S/ 945.00
TOTAL, INGRESOS		S/ 4,595.00	S/ 4,595.00	S/ 4,595.00	S/ 4,595.00	S/ 4,595.00	S/ 4,595.00	S/ 4,595.00	S/ 4,595.00	S/ 4,595.00
EGRESOS										
mantenimiento en el sistema fotovoltaico		S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00
TOTAL, EGRESOS		S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00
UTILIDAD DE OPERACIÓN		S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00
FLUJO EFECTIVO (operativo)		S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00
FLUJO TOTAL										
flujo de caja operativo		S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00
flujo de caja de capital	-S/ 13,743.50									
TOTAL	-S/ 13,743.50	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00
VALOR ACTUAL DE FLUJO DE CAJA		S/ 3,704.36	S/ 3,298.63	S/ 2,937.34	S/ 2,615.62	S/ 2,329.13	S/ 2,074.03	S/ 1,846.86	S/ 1,644.58	S/ 1,464.45
FLUJO DE CAJA DE VALORES DESCONTADOS		S/ 3,704.36	S/ 7,002.99	S/ 9,940.33	S/ 12,555.95	S/ 14,885.09	S/ 16,959.12	S/ 18,805.98	S/ 20,450.56	S/ 21,915.01
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
S/ 3,650.00	S/ 3,650.00	S/ 3,650.00	S/ 3,650.00	S/ 3,650.00	S/ 3,650.00	S/ 3,650.00	S/ 3,650.00	S/ 3,650.00	S/ 3,650.00	S/ 3,650.00
S/ 945.00	S/ 945.00	S/ 945.00	S/ 945.00	S/ 945.00	S/ 945.00	S/ 945.00	S/ 945.00	S/ 945.00	S/ 945.00	S/ 945.00
S/ 4,595.00	S/ 4,595.00	S/ 4,595.00	S/ 4,595.00	S/ 4,595.00	S/ 4,595.00	S/ 4,595.00	S/ 4,595.00	S/ 4,595.00	S/ 4,595.00	S/ 4,595.00
S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00
S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00	S/ 435.00
S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00
S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00
S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00
S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00	S/ 4,160.00
S/ 1,304.05	S/ 1,161.22	S/ 1,034.04	S/ 920.78	S/ 819.93	S/ 730.12	S/ 650.16	S/ 578.95	S/ 515.53	S/ 459.07	S/ 408.79
S/ 23,219.07	S/ 24,380.29	S/ 25,414.33	S/ 26,335.11	S/ 27,155.04	S/ 27,885.17	S/ 28,535.32	S/ 29,114.27	S/ 29,629.80	S/ 30,088.87	S/ 30,497.66

taza de descuento	12.30%
Valor actual	S/ 30,497.66
valor actual neto (VAN)	S/ 44,241.16
taza interna de retorno (TIR)	30.112%



4.1.11 Evaluación de los indicadores económicos.

4.1.11.1 Valor Actual Neto VAN

Es el indicador que va relacionando los ingresos y egresos que se obtendrá en un lapso de tiempo determinado, que nos dará como información si el proyecto es viable, será el beneficio neto actualizado (BNA), menos la inversión total.

Valera c, W.F (2018) menciona en su tesis que:

El BNA representa el valor presente de los flujos de caja o beneficios netos estimados del proyecto, ajustados mediante una tasa de descuento (TD). Esta tasa refleja el rendimiento o rentabilidad mínima esperada para considerar viable la inversión. (pág. 82).

Entonces:

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

Donde:

F_t = flujos de dinero de cada periodo de tiempo.

K = tasa de descuento.

n = números de periodo de tiempo.

I_0 = inversión inicial.

Para ver que el proyecto es rentable debe cumplir ciertas condiciones:

$VAN > 0$, el proyecto es rentable.

$VAN = 0$, la inversión no generara beneficios ni perdidas.

$VAN < 0$, la inversión genera pérdidas.

- La tasa de descuento con la cual se evaluará la inversión es del 12.3%.

A partir de las consideraciones analizadas, es posible concluir que el proyecto presenta viabilidad económica para un periodo de operación de 20 años, lo que indica que resulta rentable dentro del horizonte de evaluación planteado.

Tabla 14

resultados de VAN.

Tasa de descuento	VAN	decisión
12.3%	S/ 41,241.16	El proyecto es rentable.

Nota: elaboración propia.



4.1.11.2 Taza Interna De Retorno TIR

Campos Vásquez, P. C. (2018). Lo define en su tesis como:

Es aquella tasa de interés que hace igual a cero el valor de flujos de beneficios netos. (pág. 101).

Campos Vásquez, P. C. (2018). También menciona que:

El criterio de decisión para evaluar el proyecto se basa en la comparación entre la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la tasa de descuento. Si la TIR resulta inferior a la tasa de descuento, el proyecto debe ser descartado; en cambio, si es superior, se considera viable y se acepta. (pág. 101).

Tabla 15

Resultados del TIR.

Tasa de descuento	TIR	Decisión
12.3%	30.1%	El proyecto debe de ser aceptado.

Nota: elaboración propia.

El resultado del TIR nos deduce que el dinero invertido generara un 30.1 % de rentabilidad cada año, para el proyecto se observa que es mayor a la tasa de descuento con el cual se puede decir que el proyecto completamente rentable.

4.2 Análisis e interpretación de resultados

El problema de la comunidad viene siendo la falta del recurso hídrico para su aprovechamiento en el riego de las cosechas agrícolas a si mismo disminuir las pérdidas agrícolas causada por los incrementos de radiación solar, por lo cual se optara por el método de un riego fotovoltaico donde se captara la radiación solar mediante los paneles solares siendo recomendados por expertos, el presupuesto encontrado mediante los indicadores económicos de VAN, TIR da una rentabilidad adecuada y donde el proyecto es viable.

4.3 Prueba de hipótesis.

Al momento de diseñar de un sistema fotovoltaico solar, permitirá caracterizar el comportamiento de la energía solar para emplear un sistema de fotovoltaico, como también determinar la presión que requiere un sistema de riego.



4.4 Discusión de resultados

a partir del objetivo general de la investigación fue diseñar un sistema fotovoltaico solar para el riego de la pequeña agricultura en la comunidad de Coasia provincia de Huancané, año 2024; De acuerdo con los resultados conseguidos mediante un diseño de sistema fotovoltaico para $\frac{1}{2}$ hectárea futuramente eliminara la dependencia de energía de Notas no renovables además contribuye a la sostenibilidad ambiental y además totalmente gratis beneficiando a la población en general.

El resultado encontrado en esta investigación es similar al tema de Jara Toro, H. J. (2021). "Diseño de un sistema de bombeo solar directo para riego por goteo en el distrito de Guadalupe-La Libertad "; quien determino que: El avance del cambio climático, junto con la necesidad de llevar electricidad a zonas remotas y fuera del alcance de la red convencional, ha impulsado el desarrollo y la implementación de tecnologías de generación eléctrica como la solar fotovoltaica y la eólica. Estas soluciones, ya consolidadas y ampliamente utilizadas en diversos países, no solo permiten abastecer de energía a nivel domiciliario, sino que también se emplean como Nota energética para sistemas de bombeo de agua o para proporcionar calor en aplicaciones de calefacción mediante energía solar.

Determinando así que las energías fotovoltaicas son una buena opción para realizar un sistema de bombeo en las zonas rurales a falta de precipitaciones fluviales.

A partir del objetivo específico de determinar el criterio diseño de un sistema fotovoltaico solar para el riego de la pequeña agricultura en la comunidad de Coasia provincia de Huancané, año 2024; de acuerdo con los resultados adquiridos, el criterio de evaluación que se hace al proyecto principalmente fue la evaluación la evaluación de consumo que tendrá la bomba que se determinó que es de 0.75 HP; evaluación de la cantidad de radiación solar disponible en la zona que es de 3.59 kwh/m²/día, se procede elección de 4 paneles solares que son policristalinos de 260 watts; evaluación de presión con la que trabajan los aspersores de 1.32 bar.



Los resultados encontrados en esta investigación tienen similitud con el tema de Narvaez Ojeda, F. E. (2023). Estudio e implementación de un sistema fotovoltaico para la electrificación de la institución educativa pública N.º 20956-6 del anexo de Chaucha, Tomas, Yauyos, Lima; que realiza el mismo criterio de evaluación donde evalúa primeramente la demanda energética de la carga a la cual se implementara el sistema fotovoltaico, seguidamente se elabora una evaluación del nivel de radiación solar en el lugar.

Se determina que el criterio de evaluación es determinante para la viabilidad y eficiencia de un sistema de riego fotovoltaico para satisfacer las necesidades de agua al área de riego.

A partir del objetivo específico de aplicar una metodología para plantear el diseño de un sistema fotovoltaico solar para el riego, de acuerdo con los resultados adquiridos al aplicar una metodología para el diseño de búsqueda se información de conceptos para determinar las variables que al obtener la radiación de las horas solar pico del mes más crítico con una radiación de 3.59 kwh/m2/día se puede dar a conocer los módulos solares de 260 W, un regulador de carga; un inversor de 48dc/220ac para el funcionamiento de una bomba sumergible de 0.75 Hp; con la presión de salida del reservorio de 1.32 bar se ejecuta la búsqueda de información de un aspersor que trabaja con esa presión, para implementar un riego por aspersión eficiente.

Los resultados adquiridos durante la elaboración del proyecto tienen similitud con el tema de Valera, W. F. (2019). Diseño y cálculo de un Sistema Fotovoltaico para Riego con Agua Subterránea en el Distrito de Caminaca Provincia de Azángaro – Puno; aplica una metodología donde hace búsqueda de información, como tesis, sitios web, documentales, aplica métodos cuantitativos para determinar las horas solar pico, conexiones de los paneles solares, calculando la presión en la salida del reservorio para selección los aspersores y finalmente definir con los indicadores económicos VAN, TIR, donde dice al implementar un sistema fotovoltaico es rentable, solo con una inversión inicial.



A partir del objetivo específico se calcula los costos que se invertirán en diseño de un sistema fotovoltaico solar para el riego de la pequeña agricultura en la comunidad de Coasia provincia de Huancané, año 2024, de acuerdo con los resultados calculados en la investigación donde se tendrá una inversión 13.743.50 S/, con una tasa de descuento de 12.30 %; los indicadores económicos de VAN, TIR indica que el valor actual neto (VAN) es de 41.241.16 S/, es mayor que cero entonces se da que el proyecto es rentable; la tasa interna de retorno (TIR) es de 30.11 %, el cual supera a la tasa de descuento de 12.30 % que indica que el proyecto debe ser aceptado.

Los resultados adquiridos durante la elaboración del proyecto tienen similitud con el tema de Narvaez Ojeda, F. E. (2023). Estudio e implementación de un sistema fotovoltaico para la electrificación de la institución educativa pública N.º 20956-6 del anexo de Chaucha, Tomas, Yauyos, Lima; indica que para determinar si el proyecto es viable utiliza los indicadores de económicos del VAN, TIR, teniendo como valor actual neto (VAN) de 3401.00 S/ que es mayor que cero, que indica que el proyecto es rentable; la tasa interna de retorno (TIR) es de 14.59 % la cual es mayor a la tasa de interés de 12 % que indica que el proyecto genera ganancias.



CONCLUSIONES

A lo largo del trayecto de la investigación se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. Al momento de diseñar un sistema; de acuerdo con los resultados obtenidos se llegó a una conclusión del uso de la energía solar contando con 4 paneles solares de 260 W; incrementa la eficiencia en el riego de cultivos de $\frac{1}{2}$ hectárea; eliminar la dependencia de energía de No renovables además contribuye a la sostenibilidad ambiental.
2. Al determinar el criterio de diseño de un sistema fotovoltaico solar para el riego, se llega a una conclusión de que al aplicar un criterio de evaluación para riego fotovoltaico que consiste en evaluaciones técnicas como: la evaluación de consumo que tendrá la bomba que se determinó que es de 0.75 HP; evaluación de la cantidad de radiación solar disponible en la zona que es de 3.59 kWh/m²/día, se procede a elección de 4 paneles solares que son policristalinos de 260 watts; evaluar la eficiencia del sistema de riego incluyendo las pérdidas; evaluar la presión que requiere los aspersores que es de una presión de 1.31 bar; y también evaluar los costos económicos. Con todas las evaluaciones podemos concluir que al evaluar estos criterios de diseño se puede establecer la viabilidad y eficiencia de un sistema de riego fotovoltaico para satisfacer las necesidades de agua al área de riego.
3. Al aplicar una metodología para plantear el diseño de un sistema fotovoltaico solar para el riego, se llega a una conclusión de que gracias a la búsqueda de información, conceptos y teorías para la validación de resultados durante la investigación, donde también se realizó cálculos cuantitativo; se procede a evaluar la radiación solar del mes más crítico de 3.59 kWh/m²/día; determinar la cantidad de agua necesaria para el riego; seguidamente seleccionar los



componentes como: 4 paneles solares que son policristalinos de 260 watts; un regulador de carga; un inversor de 48dc / 220ac; y una bomba sumergible de 0.75 hp, seguidamente con los resultados obtenidos se elabora una búsqueda de los componentes. Concluyendo así de que, al seguir esta metodología, se puede asegurar un sistema de riego fotovoltaico eficiente, sostenible y rentable, contribuyendo a la seguridad alimentaria y la protección del medio ambiente; esta metodología considera factores clave como radiación solar, consumo de agua.

4. Al calcular los costos que se invertirán al diseño de un sistema fotovoltaico, mediante metodología aplicada mediante los indicadores del VAN y TIR, se concluye que el proyecto con una inversión inicial de 13.743.50 S/; el valor actual neto (VAN) es de 44.241.16 S/ que es mayor que cero, indica que el proyecto es rentable; la tasa interna de retorno (TIR) es de 30.11 % que es mayor a la tasa de descuento de 12.30 % esto indica que el proyecto debe ejecutarse.



RECOMENDACIONES

De acuerdo con todos los resultados determinados durante la elaboración del proyecto las recomendaciones son las siguientes:

- Para tener un buen funcionamiento de los módulos fotovoltaicos es recomendable hacer una limpieza de 2 veces por semana por la acumulación de polvo y pequeñas suciedades. También al momento de implementar el sistema fotovoltaico es recomendable instalar en un ángulo estable para tener una eficiencia óptima.
- Para que el sistema fotovoltaico solar no tenga deficiencias es implementar un plan de mantenimiento y reparación.
- Para la implementación del sistema de riego es recomendable limpiar los filtros de agua para tener un buen funcionamiento de los aspersores.
- Es recomendable expandir el tema del uso de la energía solar en las zonas rurales, ya que se tiene poco conocimiento de esta Nota de energía que es una solución a un problema hídrico en los cultivos, como así también solucionar los costos de energía.




REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adler, F., Berardi, M., M., Monticelli, F., & Morquecho, M. (2013). Energía solar fotovoltaica. Instalaciones Industriales, 12-19. <https://www3.fi.mdp.edu.ar/dtoelectrica/files/instalacionesindustriales/material/autogeneracion/renovables/solar/energia%20solar%202013.pdf>
- Aparicio, M. P. (2009). Energía solar fotovoltaica: Cálculo de una instalación aislada. Marcombo. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=rqYaRcRiJFsC&oi=fnd&pg=PT10&dq=calculo+de+potencia+de+panel+solar&ots=5KPIxho9dk&sig=FYRnyeVP7Murz5M9FbmvUDonp9U#v=onepage&q=calculo%20de%20potencia%20de%20panel%20solar&f=false>
- Arriaza, M. (2023, octubre 18). Una fuerte sequía golpea a Bolivia: "Mi mayor miedo es quedarme sin comida y agua". Ediciones EL PAÍS S.L. <https://elpais.com/america-futura/2023-10-18/una-fuerte-sequia-golpea-a-bolivia-mi-mayor-miedo-es-quedarme-sin-comida-y-agua.html>
- Aspersores de Riego Agrícolas.* (s/f). Novagric.com. Recuperado el 12 de junio de 2024, de <https://novagric.com/es/riego/materiales-de-riego/aspersores-de-riego>:
- Autosolar.pe. (s/f). Cómo calcular la inclinación de un panel solar Recuperado el 26 de mayo de 2024, de <https://autosolar.pe/aspectos-tecnicos/como-calcular-la-inclinacion-de-un-panel-solar>
- Bleger, M. (2023, junio 28). Sequía en Uruguay: agua salada y otras complicaciones de la crisis hídrica. Cambio - El Cambio Es Posible; Cambio. <https://cambio.com.co/articulo/sequia-en-uruguay-agua-salada-y-otras-complicaciones-de-la-crisis-del-agua/>
- Bomba De Agua Sumergible: Funciones y Ventajas - REMAVISA. (2021, octubre 25). REMAVISA - Bombas de Agua - Bombas de Agua REMAVISA.



<https://www.remavisa.com/bombas-de-agua-electrobombas/bomba-agua-sumergible-funciones/>

Cálculo del inversor. (s/f). Seslab.org. Recuperado el 13 de junio de 2024, de https://seslab.org/fotovoltaico/3110_clculo_del_inversor.html

Díaz, A. (2024, enero 15). ¿Cómo escoger el inversor solar más adecuado para tu vivienda?  . Otovo Blog. <https://www.otovo.es/blog/placas-solares/inversores-solares/>

Factorenergia, E. T. E. (2023, febrero 28). 11 problemas que pueden surgir en los paneles solares. factorenergia. <https://www.factorenergia.com/es/blog/autoconsumo-electrico/5-problemas-que-pueden-surgir-en-los-paneles-solares/>

Formación, E. (2007). Energía solar fotovoltaica. FC Editorial. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=GZh1DGUQoOUC&oi=fnd&pg=PA13&dq=efecto+fotovoltaico+energ%C3%ADa&ots=m8ltKH1Kg&sig=5fzATYRf3afsM0yxqMjMPFlaBU#v=onepage&q=efecto%20fotovoltaico%20energ%C3%ADa&f=false>

Gold, B. (2022, agosto 11). Bombeo de agua con energía fotovoltaica. iAgua. <https://www.iagua.es/noticias/blue-gold/bombeo-agua-energia-fotovoltaica>

Limachi, L. H. (2019). sistemas de riego tecnificado (Vol. 1, Números 1–24). Instituto de Capacitación del Oriente (ICO). https://ico-bo.org/wpcontent/uploads/2019/09/Cartilla_Riego_Tecnificado_GAP_web.pdf

Melo, Y. (2023, agosto 25). Preocupante sequía afecta agricultura en Arequipa debido a Fenómeno El Niño. infobae. <https://www.infobae.com/peru/2023/08/25/preocupante-sequia-afecta-agricultura-en-arequipa-debido-a-fenomeno-el-nino/>

Nicolas. (2021, septiembre 14). ¿Qué factores afectan la eficiencia del sistema fotovoltaico solar? - Eco Green Energy. Eco Green Energy - Building a Greener World. <https://www.eco-greenenergy.com/es/que-factores-afectan-la-eficiencia-del-sistema-fotovoltaico-solar/>



- OjoPublico. (2023, diciembre 3). La sed del Altiplano: sequía asfixia la economía de los agricultores. OjoPublico. <https://ojo-publico.com/4794/la-sed-del-altiplano-sequia-asfixia-la-economia-los-agricultores>
- Pumps, S. (2021, abril 6). Aplicaciones comunes de bombas centrífugas. Sintech Pumps India. <https://www.sintechpumps.com/bombas-centrifugas/aplicaciones-comunes-de-bombas-centrifugas/?lang=es>
- Schreiber, F.A. (2023, setiembre 17). Midagri rehabilita pozos a tajo abierto para combatir el déficit hídrico en Puno. Infobae. <https://www.infobae.com/peru/2023/09/17/midagri-rehabilita-pozos-a-tajo-abierto-para-combatir-el-deficit-hidrico-en-puno/>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2024). Monitoreo de sequías meteorológicas (enero 2024). <https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/3143>
- Solar, N. (2020, septiembre 2). Inclinación y Orientación de Paneles Solares en el Perú. Novum Solar. <https://novumsolar.com/inclinacion-y-orientacion-de-paneles-solares-en-el-peru/>
- Valera, W. F. (2019). "Diseño y cálculo de un Sistema Fotovoltaico para Riego con Agua Subterránea en el Distrito de Caminaca Provincia de Azángaro - Puno". <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/2612>
- Wikipedia contributors. (2024, marzo 24). Global Solar Atlas. Wikipedia, The Free Encyclopedia. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Global_Solar_Atlas&oldid=1215285991
- Wikipedia contributors. (s/f-a). Panel solar. Wikipedia, The Free Encyclopedia. https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Panel_solar&oldid=160285294
- (Instalación Solar Fotovoltaica para el Bombeo de Agua para Riego, s/f)
- Instalación Solar Fotovoltaica para el Bombeo de Agua para Riego. (s/f).



Ingemecanica.com. Recuperado el 24 de julio de 2024, de
<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn193.html>

¿Cómo calcular cuántas baterías solares necesito en mi instalación solar? (s/f). Atersa.shop.
Recuperado el 11 de junio de 2024, de <https://atersa.shop/como-calcular-cuantas-baterias-solares-necesito-en-mi-instalacion-solar/>

Solargis. (s/f). Global Solar Atlas. Globalsolaratlas.info. Recuperado el 24 de julio de 2024, de
<https://globalsolaratlas.info/map?c=-15.090687,-70.173798,9&m=site&s=-15.214352,-69.68905&pv=ground,0,20,995>

Jara Toro, H. J. (2021). Diseño de un sistema de bombeo solar directo para riego por goteo en el distrito de Guadalupe-La Libertad
<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/9159/Jara%20Toro%2c%20Henry%20James.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Narvaez Ojeda F.E. (2023), Estudio e implementación de un sistema fotovoltaico para la electrificación de la institución educativa pública N.º 20956-6 del anexo de Chaucha, Tomas, Yauyos, Lima;
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/13407>



APÉNDICES



Apéndice 1: Matriz De Consistencia.

Diseño de un sistema fotovoltaico solar para el riego de la pequeña agricultura en la comunidad de Coasia provincia de Huancané, año 2024					
problemas	objetivos	hipótesis	justificación	variables	metodología
<p>P.G: ¿Cómo se diseñará un sistema fotovoltaico solar para el riego de la pequeña agricultura en la comunidad de Coasia provincia de Huancané, año 2024?</p> <p>P.E: ¿Qué criterio se utilizará diseño de un sistema fotovoltaico solar para el riego de la pequeña agricultura en la comunidad de Coasia provincia de Huancané, año 2024?</p> <p>P.E: ¿Qué método podría aplicarse al diseño de un sistema fotovoltaico solar para el riego de la pequeña agricultura en la comunidad de Coasia provincia de Huancané, año 2024?</p> <p>P.E: ¿A cuánto asciende los costos diseño de un sistema fotovoltaico solar para el riego de la pequeña agricultura en la comunidad de Coasia provincia de Huancané, año 2024?</p>	<p>O.G: Diseñar un sistema fotovoltaico solar para el riego de la pequeña agricultura en la comunidad de Coasia provincia de Huancané, año 2024</p> <p>O.E: Determinar el criterio diseño de un sistema fotovoltaico solar para el riego de la pequeña agricultura en la comunidad de Coasia provincia de Huancané, año 2024.</p> <p>O.E Aplicar una metodología para plantear el diseño de un sistema fotovoltaico solar para el riego de la pequeña agricultura en la comunidad de Coasia provincia de Huancané, año 2024.</p> <p>O.E: Calcular los costos que se invertirán en diseño de un sistema fotovoltaico solar para el riego de la pequeña agricultura en la comunidad de Coasia provincia de Huancané, año 2024.</p>	<p>H.G: Si se realiza diseño de un sistema fotovoltaico solar para el riego de la pequeña agricultura en la comunidad de Coasia provincia de Huancané, año 2024, entonces se podrá regar los terrenos de la pequeña agricultura en la comunidad.</p> <p>H.E: Si se aplica el criterio en el diseño de un sistema fotovoltaico solar para el riego de la pequeña agricultura en la comunidad de Coasia provincia de Huancané, año 2024, entonces podremos plantear el diseño fotovoltaico para el riego de la pequeña agricultura.</p> <p>H.E: Si se aplica una metodología para plantear en el diseño de un sistema fotovoltaico solar para el riego de la pequeña agricultura en la comunidad de Coasia provincia de Huancané, año 2024, entonces se podrá obtener un sistema de riego fotovoltaico suficiente, sostenible y rentable.</p> <p>H.E: Si calculamos los costos que se inviertan en el diseño de un sistema fotovoltaico solar para el riego de la pequeña agricultura en la comunidad de Coasia provincia de Huancané, año 2024, entonces se podrá proponer una alternativa económica para estos procesos para tener importantes beneficios económicos.</p>	<p>El proyecto de investigación de diseñar un sistema fotovoltaico solar para el riego de la pequeña agricultura en la comunidad de Coasia provincia de Huancané, año 2024, el objetivo es complacer las necesidades hídricas que experimentan los propietarios de los terrenos de cultivo para elevar el nivel de vida de los comuneros.</p> <p>El objetivo de proponer un diseño con energías renovables en principalmente en zonas rurales donde la población sufre una escasez hídrica, seguidamente proponerla como opción de generación de energía reemplazando a la convencional. Para el caso se eligió una zona rural de comunidad de Coasia la cual se elaborará un diseño elaborado con paneles solares teniendo como carga una bomba sumergible, adicionalmente este diseño renovable es libre de contaminación para el ambiente. Concluyendo, dará beneficio a la comunidad, pues se dará una solución a los escasos hídricos para realizar un sistema de riego.</p>	<p>Variable de independiente: Diseño de un sistema fotovoltaico solar.</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - radiación <p>Variable dependiente: Sistema de bombeo para riego con aspersión.</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Potencia del modulo - Capacidad de la bomba - Presión de salida 	<p>Para la investigación se empleó un: método inductivo, pues se inició en búsqueda de información, leyes, conceptos, teorías para la validación de los resultados durante la investigación.</p> <p>Técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Documental <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plataforma global atlas solar - Entrevista. <p>El costo de inversión para el diseño fotovoltaico de un costo total de 13.743.50 S/.</p>



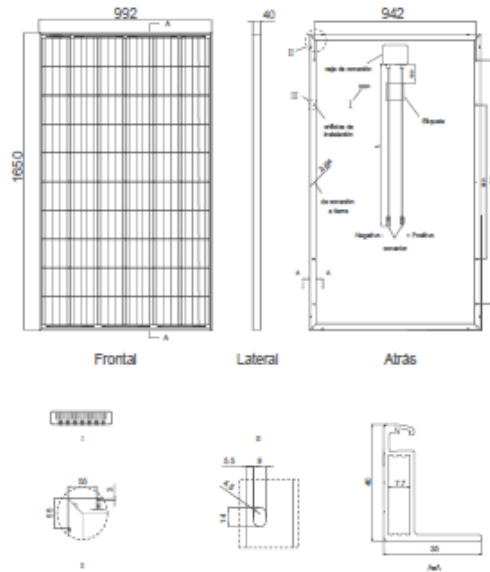
Apéndice 2: Instrumentos.

2.1 Nivel De Radiación Del Año 2024 En La Comunidad De Coasia.

nivel de radiación solar del año 2024 en la comunidad de Coasia (Kwh/m2/ dia)												
horas	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	setiembre	octubre	noviembre	diciembre
(0-1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(1-2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(2-3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(3-4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(4-5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(5-6)	50	0	0	0	0	0	0	0	30	160	255	135
(6-7)	346	306	352	441	393	270	254	386	516	555	600	429
(7-8)	454	440	530	679	747	746	732	752	717	699	732	529
(8-9)	495	496	600	763	848	863	851	860	804	752	777	579
(9-10)	509	492	588	782	894	918	900	909	832	776	807	602
(10-11)	558	541	599	786	915	935	925	932	842	799	833	645
(11-12)	620	595	662	803	912	937	929	929	840	799	827	686
(12-13)	554	559	657	795	899	921	917	915	824	742	739	560
(13-14)	443	455	562	727	852	889	877	872	749	651	630	427
(14-15)	371	366	456	611	780	841	811	794	652	556	548	360
(15-16)	343	337	405	530	693	757	730	697	558	482	491	328
(16-17)	346	339	388	427	497	536	548	545	445	405	436	322
(17-18)	247	232	153	0	0	0	0	0	0	68	87	147
(18-19)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(19-20)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(20-21)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(21-22)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(22-23)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(23-24)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	5.336	5.158	5.952	7.344	8.43	8.613	8.474	8.591	7.809	7.444	7.762	5.749
promedio	3.97	3.59	4.43	5.29	6.27	6.20	6.30	6.39	5.62	5.54	5.59	4.28

2.2 Ficha Técnica Del Panel Solar JINKO de 260 w.

Dibujos técnicos

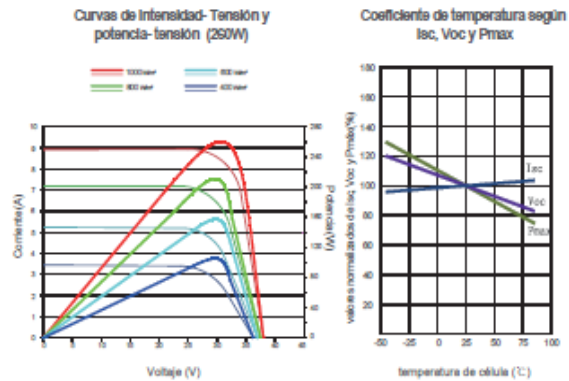


Embalaje

(Dos cajas = un palet)

25 pzs./caja, 50 pzs./caja, 700 pzs./40 'HQ contenedores

Rendimiento eléctrico y dependencia de la temperatura



Características mecánicas

Tipo de célula	Policristalina 156x156mm (6 pulgadas)
Nº de células	60 (6x10)
Dimensiones	1650x992x40mm (65,00x39,05x1,57 pulgadas)
Peso	19.0kg (41.9 libras)
Vidrio frontal	3,2 mm, alta transmisión, bajo contenido en hierro, vidrio templado
Estructura	Aleación de aluminio anodizado
Caja de conexión	Clase IP67
Cables de salida	TÜV 1x4,0 mm ² , longitud:900 mm

ESPECIFICACIONES

Tipo de módulo	JKM255PP		JKM260PP		JKM265PP		JKM270PP	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Potencia nominal (P _{máx})	255Wp	190Wp	260Wp	194Wp	265Wp	198Wp	270Wp	202Wp
Tensión en el punto P _{máx} -VMPP (V)	30.8V	28.1V	31.1V	28.3V	31.4V	28.7V	31.7V	29.0V
Corriente en el punto P _{máx} -IMPP (A)	8.26A	6.75A	8.37A	6.84A	8.44A	6.91A	8.52A	6.97A
Tensión en circuito abierto-VOC (V)	38.0V	35.0V	38.1V	35.1V	38.6V	35.3V	38.8V	35.6V
Corriente de cortocircuito-ISC (A)	8.92A	7.22A	8.98A	7.26A	9.03A	7.31A	9.09A	7.35A
Eficiencia del módulo (%)	15.58%		15.89%		16.19%		16.50%	
Temperatura de funcionamiento (°C)	-40°C~+85°C							
Tensión máxima del sistema	1000VDC (IEC)							
VALORES máximos recomendados de los fusibles	15A							
Tolerancia de potencia nominal (%)	0~+3%							
Coefficiente de temperatura de P _{MAX}	-0.40%/°C							
Coefficiente de temperatura de VOC	-0.30%/°C							
Coefficiente de temperatura de ISC	0.06%/°C							
TEMPERATURA operacional nominal de célula	45±2°C							

STC: ☀️ Radiación 1000 W/m² 📱 Célula módulo 25°C ☁️ AM=1.5

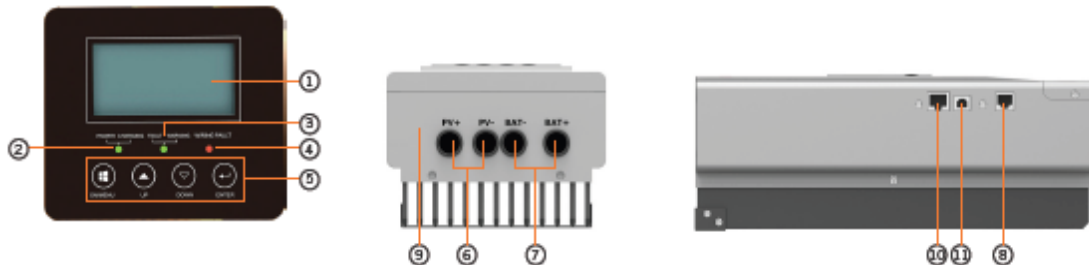
NOCT: ☀️ Radiación 800 W/m² 📱 Ambiente módulo 20°C ☁️ AM=1.5 🌀 Velocidad del viento 1m/s

• TOLERANCIA de medición de potencia: ± 3%

2.3 Ficha De Técnica Del Regulador Re Cargar MUTS

MUST®

PC1800A Series (60A/80A)
MPPT Solar Charge Controller



- | | | |
|--------------------------------|--|------------------------------|
| 1. LCD display | 5. Operation button | 9. Wiring box cover |
| 2. Power ON/Charging indicator | 6. PV connextors | 10. RS485 communication port |
| 3. Fault and warning indicator | 7. Battery connectors | 11. USB |
| 4. Wiring fault indicator | 8. Battery temperature sensor terminal | |

MODEL		PC18-6015A		PC18-8015A	
Nominal Battery System Voltage		12W24V/48VDC (Auto detection); 36V (Setting)			
ELECTRICAL SPECIFICATIONS	Battery Voltage	12V	24V	36V	48V
	Maximum Battery Current	60Amps		80Amps	
	Battery Voltage				
	PV Array MPPT Voltage Range	15~95V	30~130V	45~130V	60~130V
	Maximum Input Power	12 Volt-940W 24 Volt-1880W 36 Volt-2820W 48 Volt-3760W		12 Volt-1250W 24 Volt-2500W 36 Volt-3750W 48 Volt-5000W	
	Protections	Solar high voltage disconnect Solar high voltage reconnect Battery high voltage disconnect Battery high voltage reconnect High temperature disconnect High temperature reconnect			
BATTERY CHARGING	Charging Algorithm	3-Step or 4-Step (Li)			
	Charging Stages	Bulk, Absorption, Float			
	Temperature Compensation Coefficient	-5mV / °C / cell (25°C ref.)			
	Temperature Compensation Range	0°C to +50°C			
	Temperature Compensation Set Points	Absorption, Float			
	Charging Set Points	Absorption Stage		Float Stage	
	Flooded Battery	14.2W/28.4W/42.6W/56.8V		13.7W/27.4W/41.1W/54.8V	
	AGM / GEL / LEAD Battery (Default)	14.4W/28.8W/43.2W/57.6V		13.7W/27.4W/41.1W/54.8V	
	Over-charging Voltage	15.5V/30.0W/45.0W/60.0V			
	Over-charging Comeback Voltage	14.5V/29.5W/44.5W/59.0V			
Battery Defect Voltage	10.0W/17.0W/25.5W/34.0V				
MECHANICAL AND ENVIRONMENT	Product Size (W*H*D)(mm)	315*160*135			
	Product Weight (kg)	4.7kg			
	Ambient Temperature Range	-10°C to 75°C			
	Storage Temperature	-40°C to 75°C			
	Humidity	0%-90% RH (No condensing)			
Enclosure	IP20				

2.4 Ficha Técnica De Inversor De Voltaje Phoenix.

Inversor Phoenix Smart	12/1600 24/1600 48/1600	12/2000 24/2000 48/2000	12/3000 24/3000 48/3000
Funcionamiento en paralelo y en trifásico	No		
INVERSOR			
Rango de tensión de entrada (1)	9,3 – 17V 18,6 – 34V 37,2 – 68V		
Salida	Tensión de salida: 230VCA ±2% 50 Hz o 60Hz ± 0,1% (1)		
Potencia cont. de salida a 25°C (2)	1600VA	2000VA	3000VA
Potencia cont. de salida a 25°C	1300W	1600W	2400W
Potencia cont. de salida a 40°C	1200W	1450W	2200W
Potencia cont. de salida a 65°C	800W	1000W	1700W
Pico de potencia	3000VA	4000VA	6000VA
Desconexión dinámica (según carga) por CC baja (totalmente ajustable)	Desconexión dinámica, ver https://www.victronenergy.com/livv/vs-direct-phoenix-inverters-dynamic-cutoff		
Eficiencia máx. 12 / 24 / 48 V	92 / 94 / 94%	92 / 94 / 94%	93 / 94 / 95%
Consumo en vado 12 / 24 / 48 V	8 / 9 / 11W	8 / 9 / 11W	12 / 13 / 15W
Consumo en vado en modo ECO	0,6 / 1,3 / 2,1W	0,6 / 1,3 / 2,1W	1,5 / 1,9 / 2,8W
GENERAL			
Relé programable (2)	Sí		
Potencia de parada y arranque modo-ECO	ajustable		
Protección (3)	a – g		
Comunicación inalámbrica por Bluetooth	Para monitorización remota e integración del sistema		
Puerto de comunicación VE.Direct	Para monitorización remota e integración del sistema		
On/Off remoto	Sí		
Características comunes	Temperatura de trabajo: -40 a +65°C (refrigerado por ventilador) Humedad (sin condensación): máx. 95%		
CARCASA			
Características comunes	Material y color: acero (azul RAL 5012; y negro RAL 9017) Categoría de protección: IP 21		
Conexión de la batería	Pernos M8	Pernos M8	2+2 Pernos M8
Conexión 230 V CA	Bornas de tornillo		
Peso	12kg	13kg	19kg
Dimensiones (al x an x p)	485 x 219 x 125mm	485 x 219 x 125mm	533 x 285 x 150mm (12V) 485 x 285 x 150mm (24V/48V)
NORMAS			
Seguridad	EN 60335-1		
Emissiones/Inmunidad	EN 55014-1 / EN 55014-2/ IEC 61000-6-1 / IEC 61000-6-2 / IEC 61000-6-3		
Directiva de automoción	ECE R10-5		
1) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 2) Relé programable que puede configurarse, entre otros, como alarma general, subtensión CC o función de señal de arranque/parada del generador. Capacidad nominal CA: 230 V / 4 A Capacidad nominal CC: 4 A hasta 35 VCC, 1 A hasta 60 VCC	3) Claves de protección: a) cortocircuito de salida b) sobrecarga c) tensión de la batería demasiado alta d) tensión de la batería demasiado baja e) temperatura demasiado alta f) 230 V CA en salida del Inversor g) ondulación de la tensión de entrada demasiado alta		



Panel de control del Inversor Phoenix

Este panel ha sido diseñado para el control remoto On/Off de todos los inversores Phoenix VE.Direct.



Color Control GX

Proporciona seguimiento y control a distancia. De forma local, y también a distancia a través del [portal VSM](#).



VE.Direct a Interfaz USB

Se conecta a un puerto USB.



Comunicación Inalámbrica por Bluetooth

Se conecta a un smartphone (iOS y Android).



Monitor de baterías BMV-712 Smart

El monitor de baterías BMV dispone de un avanzado sistema de control por microprocesador combinado con un sistema de alta resolución para la medición de la tensión de la batería y de la carga/descarga de corriente. Aparte de esto, el software incluye unos complejos algoritmos de cálculo, como la fórmula Peukert, para determinar con exactitud el estado de la carga de la batería. El BMV muestra de manera selectiva la tensión, corriente, Ah consumidos o el tiempo restante de carga de la batería. El monitor también almacena una multitud de datos relacionados con el rendimiento y uso de la batería.

Hay varios modelos disponibles (ver la documentación del monitor de baterías).

2.5 Ficha Técnica De La Bomba Sumergible PEDROLLO 4SR.

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



(4SR-HYD)
C US

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 anti-incendio, 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

2.6 Ficha Técnica De Aspersor TINSA.



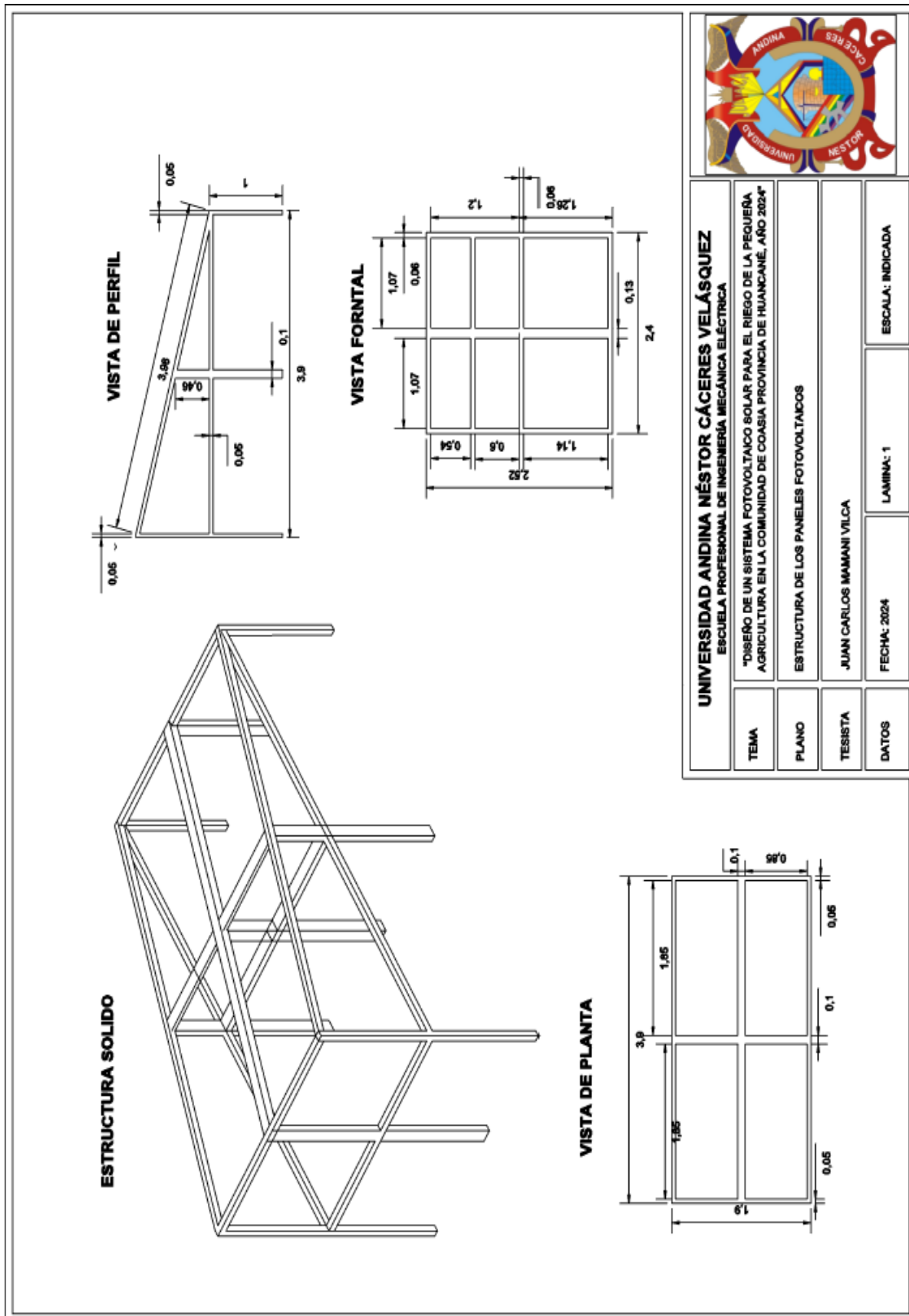
ASPERSOR N13-VP

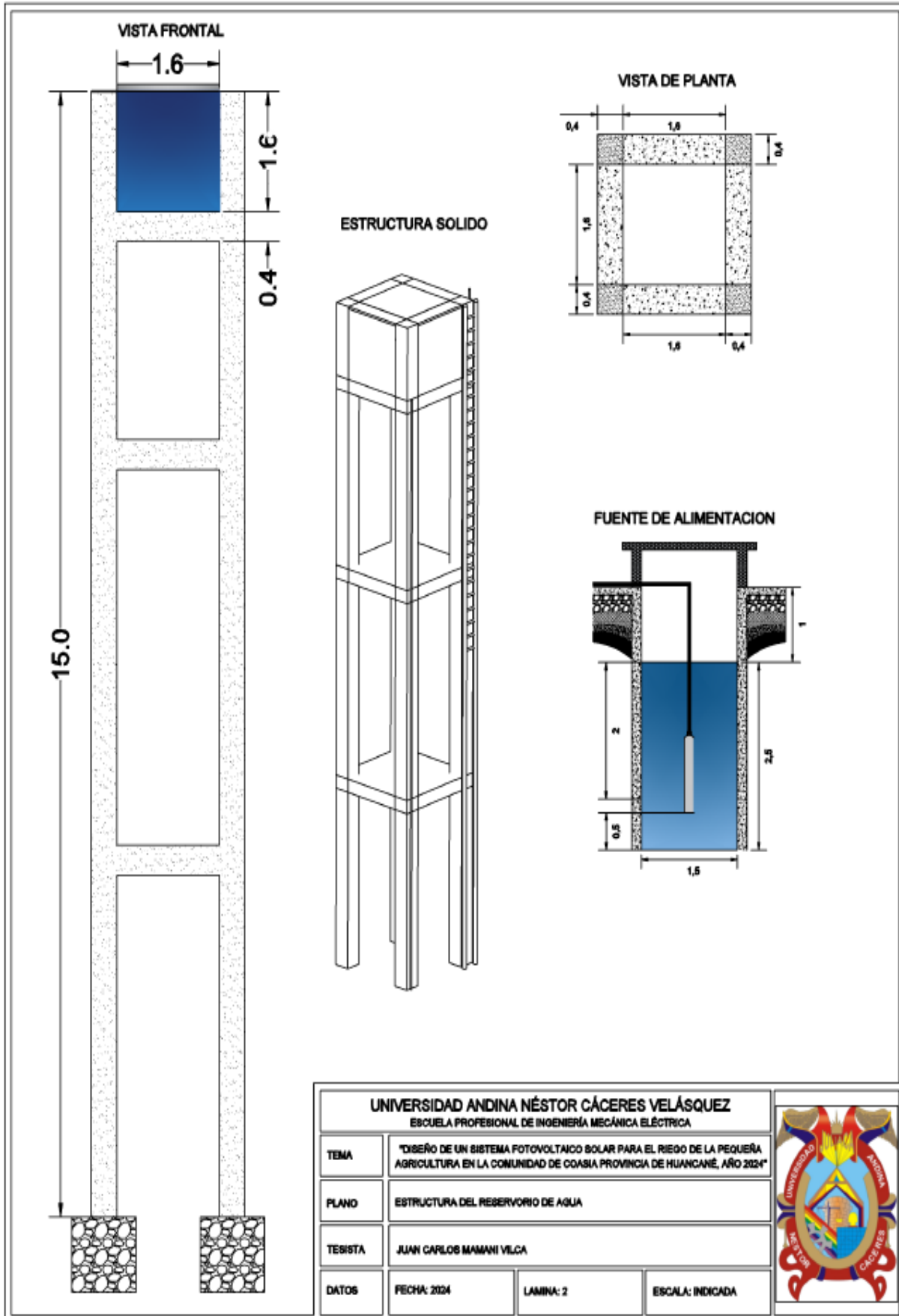
El modelo N13-VP es un aspersor de impacto, visible, se puede utilizar en jardines residenciales. Este modelo se fabrica con boquilla y aguja rompe-chorro, que permite hacer una mejor distribución del agua y regular el alcance del chorro. Es ideal para regar los linderos de los prados o de los terrenos. Siempre y cuando opere a presiones correctas, se produce una lluvia fina que no daña las flores y además este modelo se fabrica con chumacera a prueba de arena para proteger el vástago de basuras y arenillas. Todos los aspersores de sector de círculo tienen chumacera a prueba de arena.

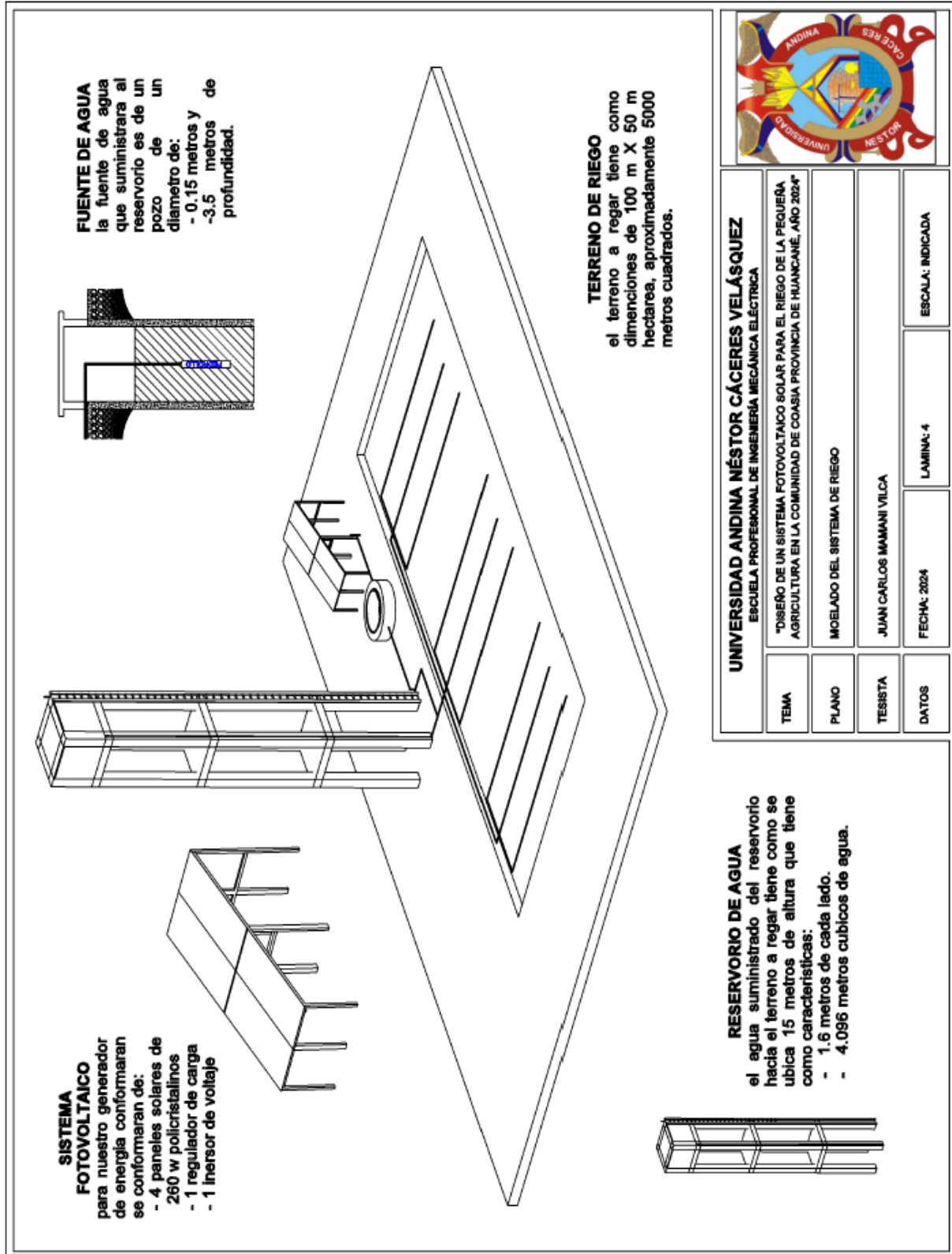
ASPERSORES	
Aspersor N13-VP	
Características:	
Entrada	13mm (1/2" NPT)
Material del vástago, tuerca y boquilla	Latón
Material del cuerpo, brazo y cambios	Bronce
Material de Rondanas	Teflón, Latón y Neopreno
Resortes, Pernos y Topes	Acero inoxidable
Rango de Operación:	
Alcance De Riego	11 a 13 m
Gasto	17 a 35 LPM (25 a 50 GPM)
Presión	11 a 26 m (3 a 7 LPC)
Espaciamiento Entre Aspersores	11 a 13 m
GPM: Galones por minuto LPM: Litros por minuto LPC: Libras por pulgada cuadrada	

La selección del aspersor en todos los casos depende de tres Factores indispensables a considerar:
ALCANCE DE RIEGO, GASTO Y PRESIÓN.

Apéndice 3: Validación De Instrumentos.



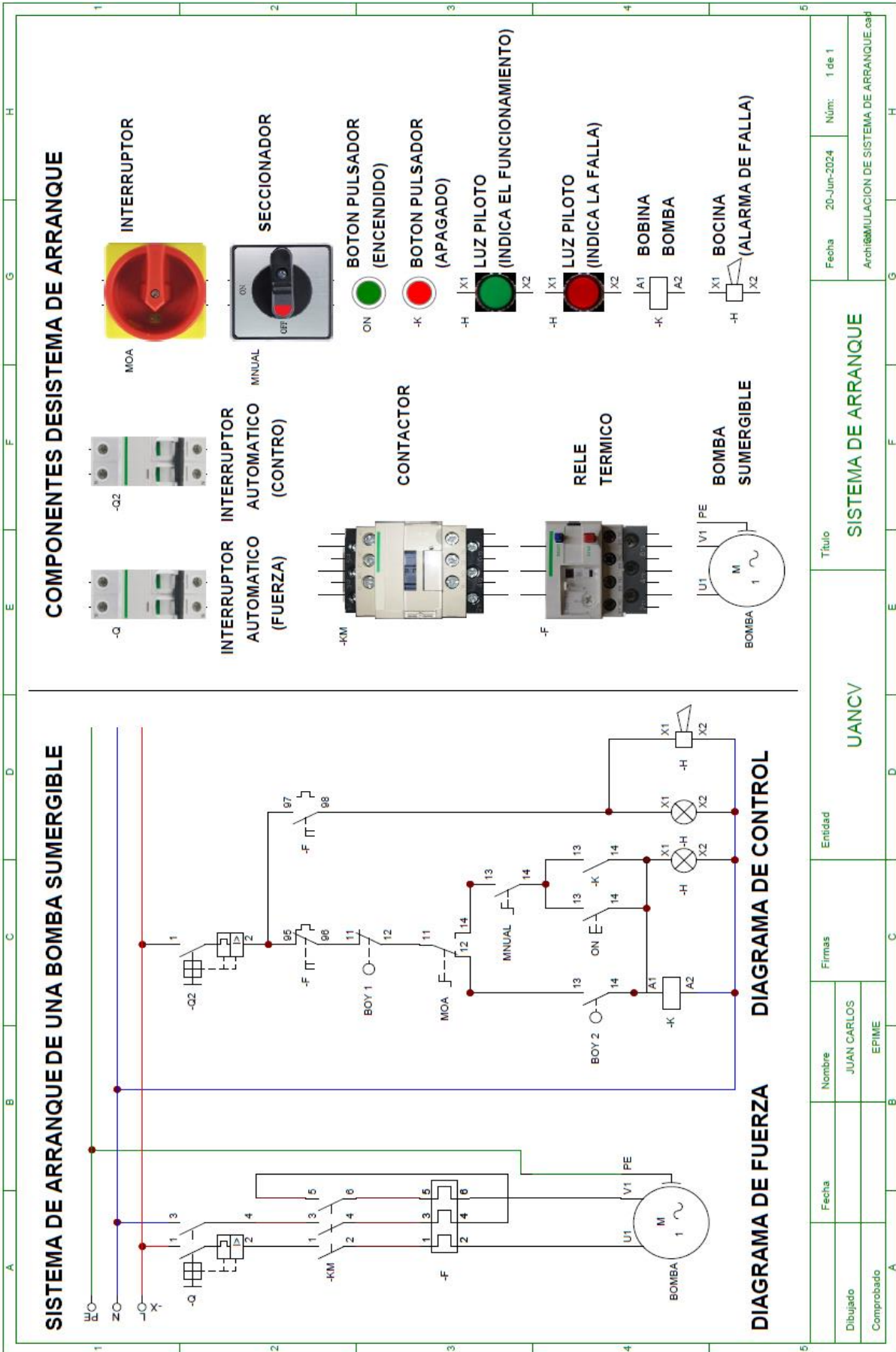




UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

ESCUOLA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA	
TEMA	"DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO SOLAR PARA EL RIEGO DE LA PEQUEÑA AGRICULTURA EN LA COMUNIDAD DE COASIA PROVINCIA DE HUANCANÉ, AÑO 2024"
PLANO	MOELADO DEL SISTEMA DE RIEGO
TESISTA	JUAN CARLOS MAMANI VILCA
DATOS	FECHA: 2024
	ESCALA: INDICADA
	LAMINA: 4





	Fecha	20-Jun-2024	Núm:	1 de 1
Archivo: SIMULACION DE SISTEMA DE ARRANQUE.caf				
Título	SISTEMA DE ARRANQUE			
Entidad	UANCV			
Firmas				
Nombre	JUAN CARLOS EPIME			
Fecha				
Dibujado				
Comprobado				



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital [X]

Fecha de entrega: 30-09-2025

1. Datos del autor (es):

Formulario with fields for author information: Nombres y Apellidos, Dirección, DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°, Teléfono, email, Facultad y/o Escuela de Posgrado, Escuela Profesional o Mención, Título o Grado Académico a optar, Asesor, Palabras claves, and a question about development at UANCV.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

Sí autorizo
 No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGIA E INGENIERIA MECÁNICA P-18

Firma de Autor



huella digital

30-09-2025

Fecha