TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

# DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DE 5 KILOVATIOS PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL CASERÍO MONTE SINAÍ DE LA PROVINCIA DE SANDIA, 2025

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. VIRGILIO CEREZO QUISPE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

JULIACA - PERÚ

2026

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

# DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DE 5 KILOVATIOS PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL CASERÍO MONTE SINAÍ DE LA PROVINCIA DE SANDIA, 2025

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. VIRGILIO CEREZO QUISPE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**APROBADA POR EL JURADO REVISOR:**

**PRESIDENTE** : _____
Dr. RONALD MADERA TERAN

**PRIMER MIEMBRO** : _____
Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO

**SEGUNDO MIEMBRO** : _____
Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

**ASESOR DE TESIS** : _____
Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN** : **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA – P18**

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

# UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

## RESOLUCIÓN DECANAL N° 0183-2026-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 15 de abril del 2026

**VISTO:** El expediente **N° 2026-CU-001994** presentado por el (la) Bachiller: **VIRGILIO CEREZO QUISPE** 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. **VIRGILIO CEREZO QUISPE,** quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DE 5 KILOVATIOS PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL CASERÍO MONTE SINAÍ DE LA PROVINCIA DE SANDIA, 2025**, la misma que pertenece a la línea de investigación **INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA ELÉCTRICA** 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. RONALD MADERA TERÁN
* **1er Miembro** : Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
* **2do Miembro** : Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

**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 CARREON.**

**ARTICULO TERCERO**. – **APROBAR,** la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **VIRGILIO CEREZO QUISPE;** del informe final de la investigación (tesis) titulada: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DE 5 KILOVATIOS PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL CASERÍO MONTE SINAÍ DE LA PROVINCIA DE SANDIA, 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista.** de acuerdo al siguiente detalle:

* **FECHA** : Jueves 23 de abril del 2026
* **HORA** : 11:00 hr
* **LUGAR** : Aula 204 - FICP

**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 CIENCIAS PURAS
DECANO – JULIACA
Dr. Ronald Madera Terán
DECANO (e)
CIP: 66975

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR – JULIACA
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

# UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

## RESOLUCIÓN DECANAL N° 666-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 09 de julio del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025-CU- 3926, presentado por el señor (a) **VIRGILIO CEREZO QUISPE** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO – N° 369 -2025-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 026-2025 del integrante del comité de investigación **EPIME** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **VIRGILIO CEREZO QUISPE** ha presentado su propuesta de investigación Titulada: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DE 5 KILOVATIOS PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL CASERÍO MONTE SINAÍ DE LA PROVINCIA DE SANDIA, 2025**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista.**

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Salvador Teodoro Valdivia Cardenas** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 026-2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DE 5 KILOVATIOS PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL CASERÍO MONTE SINAÍ DE LA PROVINCIA DE SANDIA, 2025.**

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

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

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **VIRGILIO CEREZO QUISPE,** para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, con el Tema Titulada: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DE 5 KILOVATIOS PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL CASERÍO MONTE SINAÍ DE LA PROVINCIA DE SANDIA, 2025** correspondiente a la línea de investigación **INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA ELÉCTRICA.**

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 **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON.**

**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 INGENIERIAS Y Cs. PURAS
Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Fritz Willy Ingunza Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2025
Interesado (a)



OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

# UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

## RESOLUCIÓN DECANAL N° 1701-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 12 de diciembre del 2025

**VISTO:** El expediente **N° 2025-CU-11390** por el señor (a): **VIRGILIO CEREZO QUISPE** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO – **N° 1149-2025**-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato **N° 045 - 2025** del integrante del comité de investigación **EPIME** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **VIRGILIO CEREZO QUISPE,** ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulada: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DE 5 KILOVATIOS PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL CASERÍO MONTE SINAÍ DE LA PROVINCIA DE SANDIA, 2025**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista.**

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Salvador Teodoro Valdivia Cardenas** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 045 - 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DE 5 KILOVATIOS PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL CASERÍO MONTE SINAÍ DE LA PROVINCIA DE SANDIA, 2025**, Correspondiente a la línea de investigación **INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA ELÉCTRICA.**

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y titulos 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): **VIRGILIO CEREZO QUISPE,** para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, con el Tema Titulada: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DE 5 KILOVATIOS PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL CASERÍO MONTE SINAÍ DE LA PROVINCIA DE SANDIA, 2025** correspondiente a la línea de investigación **INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA ELÉCTRICA,** en virtud a los considerandos expuestos.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la), **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON.**

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. César G. Camargo Nájar
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"


# VIRGILIO CEREZO QUISPE

## DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DE 5 KILOVATIOS PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL CASERÍO MON...

Trabajos de tesis para ingreso a repositorio

### Detalles del documento

Identificador de la entrega
**trn:oid:::13016:601961329**

Fecha de entrega
**22 jun 2026, 14:29 GMT-5**

Fecha de descarga
**23 jun 2026, 20:48 GMT-5**

Nombre del archivo
**T036_76654929_T.docx**

Tamaño del archivo
**16.3 MB**

**95 páginas**

**13.952 palabras**

**77.833 caracteres**


OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

# 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
4% Publicaciones
15% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

**N.º de alertas de integridad para revisión**

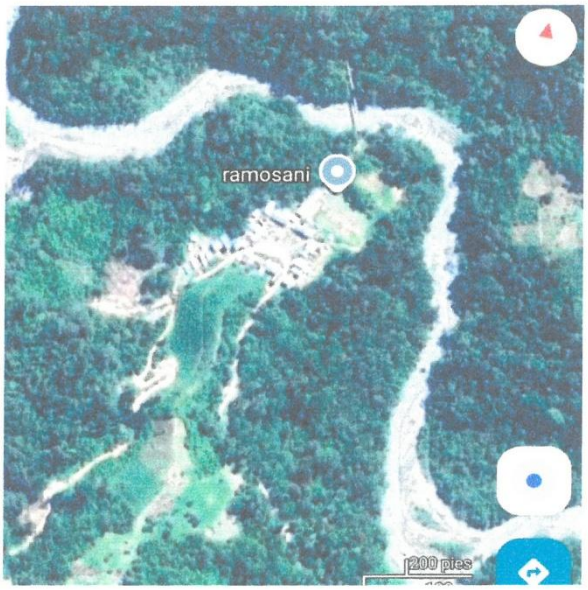
Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

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


OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

## Metadatos Complementarios

| Título de la tesis | |
|---|---|
| **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DE 5 KILOVATIOS PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL CASERÍO MONTE SINAÍ DE LA PROVINCIA DE SANDIA, 2025** | |
| **Datos de autor** | |
| Nombres y apellidos | VIRGILIO CEREZO QUISPE |
| Tipo de documento de identidad | DNI |
| Número de documento de identidad | 76654926 |
| URL de ORCID | https://orcid.org/0009-0005-1391-5861 |
| **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 | RONALD MADERA TERAN |
| Tipo de documento | DNI |
| Número de documento de identidad | 02429150 |
| **Miembro del jurado 1** | |
| Nombres y apellidos | BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO |
| Tipo de documento | DNI |
| Número de documento de identidad | 02406088 |
| **Miembro del jurado 2** | |
| Nombres y apellidos | SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS |
| Tipo de documento | DNI |
| Número de documento de identidad | 02383061 |

| **Datos de investigación** | |
|---|---|
| Línea de investigación | **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA – P18** |
| Grupo de investigación | No aplica. |
| Agencia de financiamiento | Sin financiamiento |
| Ubicación geográfica de la investigación | País: Perú<br>Departamento: Puno<br>Provincia: Sandia<br>Distrito: San Pedro de Putina Punco<br>Longitud oeste: -69.023509<br>Latitud sur: -13.573585<br><br>**Url.**<br>https://maps.app.goo.gl/wBBcxR12csZoYuu17?g_st=aw |
| Año o rango de años en que se realizó la investigación | Enero 2024 - Setiembre 2025 |
| URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería | **Ingeniería mecánica**<br>https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.00<br>**Mecánica aplicada**<br>https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.02 |

UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN" FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. Fritz Willy Monzani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

TESIS UANCV
TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

# DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo **Virgilio Cerezo Quispe**, identificado con DNI Nro. **76654926** en mi condición de egresado de:

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

**INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**,

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

**DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DE 5 KILOVATIOS PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL CASERÍO MONTE SINAÍ DE LA PROVINCIA DE SANDIA, 2025**

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 suyas 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 abril del 2026

| Firma del Asesor (obligatoria) | Firma del Estudiante (obligatoria) | Huella |
|---|---|---|

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, fuente de fortaleza y guía permanente a lo largo de mi vida personal y académica.

Asimismo, a mis padres, quienes con esfuerzo constante, valores inculcados y apoyo incondicional hicieron posible la culminación de mi formación profesional, brindándome motivación en cada etapa del camino recorrido.

A mis hermanos: Williams Cerezo Quispe, Nélida Cerezo Quispe. Dedico este trabajo y todas mis metas

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por la vida, la fortaleza y las oportunidades que me permitieron culminar esta etapa de formación profesional.

Expreso un especial agradecimiento a mis padres, Ceferino y Candelaria, por su apoyo constante, sacrificio y valores transmitidos a lo largo de los años, así como a mis hermanos William y Nélida, por su compañía, ánimo permanente y apoyo moral en cada etapa del camino recorrido.

Finalmente, agradezco a mi asesor de tesis por la orientación, paciencia y compromiso brindados durante el desarrollo y culminación del presente trabajo de investigación.

# ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA ..... iii

AGRADECIMIENTOS ..... iv

ÍNDICE GENERAL ..... v

ÍNDICE DE FÍGURAS ..... viii

ÍNDICE DE TABLAS ..... ix

RESUMEN ..... x

ABSTRACT ..... xi

INTRODUCCIÓN ..... xii

**CAPÍTULO I**

**ASPECTOS GENERALES**

1.1. Descripción del problema ..... 14

1.2. Formulación del problema ..... 16

1.2.1. Problema General ..... 16

1.2.2. Problemas Específicos ..... 16

1.3. Objetivos de la investigación ..... 17

1.3.1. Objetivo General ..... 17

1.3.2. Objetivos Específicos ..... 17

1.4. Justificación ..... 17

1.5. Hipótesis ..... 18

1.5.1. Hipótesis General ..... 18

1.5.2. Hipótesis Especificas .....18

1.6. Operacionalización de variables .....19

**CAPÍTULO II**

**FUNDAMENTO TEÓRICO**

2.1. Antecedentes de la investigación.....20

2.1.1. Antecedentes internacionales .....20

2.1.2. Antecedentes nacionales .....23

2.1.3. Antecedentes locales .....25

2.2. Marco teórico .....28

2.3. Marco conceptual .....45

**CAPÍTULO III**

**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

3.1. Método de investigación .....50

3.1.1. Enfoque de investigación .....50

3.1.2. Tipo de investigación.....50

3.1.3. Nivel de investigación.....51

3.1.4. Diseño de investigación .....51

3.2. Ámbito de investigación .....51

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de información.....52

3.4. Población y muestra .....52

3.5. Recogida de datos.....52

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"


## CAPÍTULO IV

## RESULTADOS

4.1. Presentación .....53

4.2. Análisis de resultados .....53

4.2.1. Demanda de energía solar del caserío monte sinai .....53

4.2.2. Dimensionamiento de sistema fotovoltaico .....57

4.3. Discusión de resultados..... 63

CONCLUSIONES.....66

RECOMENDACIONES .....67

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....68

ANEXOS .....74

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de irradiación solar promedio anual en el Perú. .....30

Figura 2. Eficiencia del sistema fotovoltaico.....38

Figura 3. Curvas de rendimiento de un modulo fotovoltaico .....39

Figura 4. Impacto de los sistemas fotovoltaicos .....41

Figura 5. Impacto ambiental de las baterías.....42

Figura 6. Panorámica del caserío Monte Sinaí.....51

Figura 7. Curva de la irradiación solar año 2024 y 2025 en el caserío Monte Sinaí .....56

Figura 8. Vista del panel solar de 455W.....58

Figura 9. Curvas características del panel solar.....59

Figura 10. Vista de la batería de litio .....61

Figura 11. Vista del inversor .....62

Figura 12. Vista del controlador.....63

Figura 13. Esquema del sistema fotovoltaico .....64

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables .....19

Tabla 2. Irradiación solar del año 2024 en el caserío Monte Sinaí .....54

Tabla 3. Irradiación solar del año 2025 en el caserío Monte Sinaí .....54

Tabla 4. Resumen bianual del recurso solar y parámetros térmicos del caserío Monte Sinaí (2024–2025).....55

Tabla 5. Especificaciones técnicas del panel solar.....58

Tabla 6. Especificaciones técnicas de la batería de litio.....61

Tabla 7. Especificaciones técnicas del controlador .....63

Tabla 8. Costo de los componentes del sistema fotovoltaico .....64

# RESUMEN

El propósito de este estudio es el diseño de un sistema fotovoltaico de 5 kW destinado a suministro de energía eléctrica al caserío Monte Sinaí, ubicado en la provincia de Sandía. El caserío cuenta con 30 viviendas aproximadamente. Se empleó una metodología aplicada, descriptiva y cuantitativa, con diseño no experimental, empleando catálogos, registros de irradiación solar y cálculos de electricidad. El dimensionamiento se realizó para una potencia de 5 Kw, energía total diaria de 25kWh/dia, autonomía de 2 días. El sistema fotovoltaico propuesto está compuesto de 15 paneles de 455W, 15 baterías de litio Pylontech US5000 (4.8 kWh c/u), un inversor híbrido de 6 kW y dos controladores MPPT de 100A a 48 V. El costo total estimado del sistema es de S/ S/ 112,083.81, incluyendo paneles, baterías, inversor y controladores; cubriendo la demanda eléctrica básica del caserío, con una vida útil promedio de 20 años y bajo costo de mantenimiento. Finalmente, la evaluación económica indica que la inversión resulta técnicamente factible y económicamente viable, con un período de recuperación proyectado entre 7 y 8 años., además de un impacto ambiental positivo. Para concluir, la implementación de sistemas fotovoltaicos se presenta como una opción sostenible y eficiente para la electrificación rural en regiones aisladas del país.

**Palabras Clave:** Sistema fotovoltaico, energía eléctrica, caserío

# ABSTRACT

The purpose of this study is to design a 5 kW photovoltaic system to supply electricity to the village of Monte Sinaí, located in the province of Sandía. The village has approximately 30 homes. An applied, descriptive, and quantitative methodology was used, with a non-experimental design, using catalogs, solar radiation records, and electricity calculations. The system was sized for a power output of 5 kW, a total daily energy consumption of 25 kWh/day, and a 2-day autonomy. The proposed photovoltaic system consists of 15 455W panels, 15 Pylontech US5000 lithium batteries (4.8 kWh each), a 6 kW hybrid inverter, and two 100A to 48 V MPPT controllers. The total estimated cost of the system is S/ 112,083.81, including panels, batteries, inverter, and controllers, covering the basic electricity demand of the village, with an average useful life of 20 years and low maintenance costs. Finally, the economic evaluation indicates that the investment is technically feasible and economically viable, with a projected payback period of between 7 and 8 years, as well as a positive environmental impact. In conclusion, the implementation of photovoltaic systems is presented as a sustainable and efficient option for rural electrification in isolated regions of the country.

**Keywords:** Photovoltaic system, electricity, rural community

# INTRODUCCIÓN

La provisión de electricidad es esencial para el avance social, económico y educativo de las comunidades rurales en Perú. En la actualidad, diversos caseríos y centros poblados ubicados en zonas altoandinas y selváticas aún carecen de un suministro energético confiable y continúo debido a la complejidad geográfica, la dispersión poblacional y los altos costos de extensión de redes convencionales. Como es el caso del caserío Monte Sinaí, que está ubicado en la provincia de Sandia de la región Puno, donde el servicio eléctrico es limitado y dependiente de fuentes no sostenibles

Frente a esta circunstancia, la utilización de las fuentes de energía renovable se presenta como una opción técnica y ambientalmente factible para la provisión de electricidad en regiones aisladas. En particular, la energía solar fotovoltaica se presenta como una solución óptima, dado el elevado potencial solar de la región, su bajo impacto ambiental y los avances tecnológicos que permiten sistemas más eficientes y accesibles. De este modo, se plantea el diseño de un sistema fotovoltaico de 5 kW destinado a abastecer la demanda energética básica de las familias del caserío Monte Sinaí, garantizando un suministro confiable, seguro y sostenible.

El estudio abarca el dimensionamiento del arreglo fotovoltaico, el banco de baterías, el inversor y los controladores MPPT, así como el análisis técnico–económico del sistema propuesto

Desde una perspectiva metodológica, el estudio se ubica dentro de un enfoque cuantitativo, aplicado y de nivel descriptivo-analítico, adoptando un diseño no experimental. La información fue obtenida mediante cálculos técnicos, catálogos

de fabricantes y referencias normativas del Código Nacional de Electricidad (CNE) – Instalaciones Eléctricas, y herramientas de simulación fotovoltaica.

En última instancia, la implementación del sistema fotovoltaico contribuirá a la mejora de la calidad de vida de los residentes del caserío Monte Sinaí, fomentando la utilización de fuentes de energía limpias y disminuyendo la dependencia de los combustibles fósiles.

# CAPÍTULO I

# ASPECTOS GENERALES

## 1.1. Descripción del problema

En los últimos años, las iniciativas que buscan producir energía a partir de fuentes solares han ganado un papel cada vez más importante, sobre todo debido a su factibilidad técnica, sus costos operativos a largo plazo, que son más bajos que los de otras fuentes energéticas y su aporte a la disminución del impacto ambiental negativo. La energía solar, en esta situación, se establece como una opción competitiva frente a los sistemas tradicionales que utilizan combustibles fósiles.

El progreso hacia la realización de las metas de acceso a una energía sostenible sigue siendo restringido a nivel global. Según las proyecciones más recientes, si las tendencias actuales continúan, cerca de 660 millones de personas no tendrán acceso a la electricidad en el año 2030 y alrededor de 2 mil millones seguirán cocinando con métodos que contaminan. Esto pone en evidencia que todavía existen brechas importantes en cuanto al acceso a fuentes limpias y modernas de energía (Naciones Unidas, 2024).

Las comunidades requieren energía confiable y accesible para su vida diaria. La industria energética es uno de los principales factores de las emisiones globales de gases de efecto invernadero, con cerca del 60 % del total. La urgencia de fomentar modelos de producción energética sostenibles y menos contaminantes es evidente.

El acceso global a la electricidad ha aumentado del 87 % en 2015 al 91 % en 2021. Este progreso muestra esfuerzos, pero no asegura acceso equitativo y universal al servicio eléctrico.

Para que la población tenga acceso a energía eléctrica segura y asequible en 2030, es esencial reforzar inversiones en energías renovables como solar, eólica y geotérmica. Elementos clave para un desarrollo energético sostenible y resiliente.

En Perú, la electrificación rural es competencia del Ministerio de Energía y Minas, según la Ley N.º 28749, y se ejecuta por la Dirección General de Electrificación Rural (DGER). Estas acciones buscan ampliar la cobertura eléctrica nacional mediante la coordinación con gobiernos e instituciones para impulsar el desarrollo de las comunidades. El diez por ciento de la población peruana carece de electricidad, lo que representa una desventaja frente a otros países de la región con mayores niveles de electrificación (Ministerio de Energía y Minas, s. f.).

Desde la perspectiva del recurso energético, debido a sus condiciones geográficas y climáticas, Perú cuenta con altos niveles de radiación solar en varias áreas del país, que superan los 1 000 W/m². El uso de energía solar ha aumentado en los años recientes debido a esta circunstancia, sobre todo porque se trata de una tecnología que requiere fundamentalmente una inversión inicial y tiene costos operativos reducidos.

No obstante, el acceso a la electricidad en zonas rurales sigue siendo un problema parcialmente solucionado. El escaso acceso a servicios básicos limita el avance de la educación, la economía y la salud en estas áreas, lo que resulta en altos índices de pobreza y migración hacia las ciudades para encontrar oportunidades más favorables.

En la provincia de Sandia, se ha determinado que una fracción de los habitantes no tiene acceso a la electricidad y que en las áreas donde sí existe este servicio, los precios son altos para los clientes. Bajo estas circunstancias, es necesario proponer una opción técnica factible que esté enfocada en la creación de un sistema fotovoltaico capaz de brindar energía eléctrica a la aldea Monte Sinaí.

## 1.2. Formulación del problema

### *1.2.1. Problema General*

¿Como se puede diseñar un sistema fotovoltaico para suministrar energía eléctrica al caserío Monte Sinaí de la provincia de Sandia, 2025?

### *1.2.2. Problemas Específicos*

¿Cuánto es la demanda y radiación solar del caserío Monte Sinaí de la provincia de Sandia, 2025?

¿Como se puede dimensionar el sistema fotovoltaico para suministrar energía eléctrica al caserío Monte Sinaí de la provincia de Sandia, 2025?

¿Cuál es el costo del sistema fotovoltaico para suministrar energía eléctrica al caserío Monte Sinaí de la provincia de Sandia, 2025?

## 1.3. Objetivos de la investigación

### *1.3.1. Objetivo General*

Diseñar un sistema fotovoltaico para suministrar energía eléctrica al caserío Monte Sinaí de la provincia de Sandia, 2025

### *1.3.2. Objetivos Específicos*

Determinar la demanda y radiación solar del caserío Monte Sinaí de la provincia de Sandia, 2025

Dimensionar el sistema fotovoltaico para suministrar energía eléctrica al caserío Monte Sinaí de la provincia de Sandia, 2025

Realizar el análisis económico del sistema fotovoltaico para suministrar energía eléctrica al caserío Monte Sinaí de la provincia de Sandia, 2025

## 1.4. Justificación

Se lleva a cabo esta investigación debido a que el caserío Monte Sinaí en Sandia carece de energía eléctrica. Se fundamenta en la implementación de conceptos teóricos y prácticos de energía solar y ingeniería eléctrica. Al evaluar los conceptos clave, el estudio de la demanda energética, la valoración del recurso solar y normas de diseño, se puede crear un sistema fotovoltaico efectivo y fiable.

El objetivo primordial de este estudio es aportar al suministro de energía eléctrica en el caserío Monte Sinaí, situado en la provincia de Sandia, a través de la aplicación de conocimientos técnicos y experiencias prácticas vinculadas a la implementación de sistemas solares. Tomando en cuenta las ventajas operativas de esta tecnología, se puede proponer la concepción de un sistema

fotovoltaico que facilite un funcionamiento eficaz y garantice una provisión fiable de electricidad.

El estudio sugiere la concepción de un sistema fotovoltaico destinado al suministro de energía eléctrica para el caserío Monte Sinaí, ubicado en la provincia de Sandia, correspondiente al año 2025. Para ello, se consideran diversos procedimientos y criterios técnicos que aseguran la eficiencia, confiabilidad y sostenibilidad del sistema propuesto.

## 1.5. Hipótesis

### *1.5.1. Hipótesis General*

Si se diseña un sistema fotovoltaico entonces se suministrará energía eléctrica al caserío Monte Sinaí de la provincia de Sandia, 2025

### *1.5.2. Hipótesis Especificas*

Si se determina la demanda y radiación solar entonces se dimensionará un sistema fotovoltaico al caserío Monte Sinaí de la provincia de Sandia, 2025.

Si se dimensiona el sistema fotovoltaico entonces se podrá realizar el análisis económico.

Si se realiza el análisis económico entonces se podrá determinar la viabilidad del estudio

## 1.6. Operacionalización de variables

*Tabla 1.*

*Operacionalización de variables*

| Variables | Dimensiones | Indicadores | Unidad de Medida |
|---|---|---|---|
| Diseño de un sistema fotovoltaico | Dimensionamiento técnico del sistema | Potencia total del sistema | kW |
| | Capacidad de generación diaria | Energía generada por día | kWh/dia |
| | Banco de baterías | Capacidad útil de almacenamiento | kWh |
| | Equipos complementarios | Tipo y capacidad de inversor y controlador | W / A / V |
| Suministro de energía eléctrica | Cobertura energética | Porcentaje de demanda cubierta | % |
| | Continuidad del servicio | Horas diarias de energía disponible | h/dia |

# CAPÍTULO II

# FUNDAMENTO TEÓRICO

## 2.1. Antecedentes de la investigación

### *2.1.1. Antecedentes internacionales*

Rodríguez et al. (2015), en su tesis desarrollada en la Universidad Jorge Tadeo Lozano de Bogotá titulada "Diseño de sistemas de energía solar fotovoltaica para usuarios residenciales en Chía, Cundinamarca", tuvieron como propósito examinar la factibilidad técnica y económica de los sistemas fotovoltaicos en el ámbito residencial., empleando un método aplicado con enfoque cuantitativo, analizando como población a usuarios residenciales y como muestra tres viviendas pertenecientes a una misma constructora, en las cuales se diseñaron sistemas capaces de cubrir el 100 %, 70 % y 40 % de la demanda eléctrica; los resultados del análisis técnico–económico evidenciaron que, bajo las condiciones evaluadas, la inversión inicial se puede recuperar en aproximadamente 7 años, por lo que los sistemas fotovoltaicos son una alternativa viable y rentable para el suministro de energía en los hogares.

Sepúlveda (2014), en artículo publicado en la Revista Mundo FESC de Colombia bajo el título "Radiación solar: elemento fundamental para el diseño de sistemas fotovoltaicos", se buscó examinar el impacto de la radiación solar en el diseño de sistemas fotovoltaicos, empleando un enfoque descriptivo-experimental. Se tomó como población la ciudad de Cúcuta y como muestra los datos recolectados a través de un sistema de medición compuesto por un piranómetro, microcontroladores, módulos de radiofrecuencia y un ordenador. Los hallazgos evidenciaron que la radiación solar exhibe variaciones significativas en función de la ubicación geográfica y las circunstancias ambientales, concluyendo que una medición y análisis adecuados de la radiación solar es esencial para asegurar un diseño eficaz y confiable de sistemas fotovoltaicos.

Sacon y Vera (2023), en su tesis llevada a cabo en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Ecuador, denominada "Sistema solar fotovoltaico aislado para el suministro de energía eléctrica de una vivienda en la comunidad rural Mocochal, Calceta", se buscó concebir un sistema fotovoltaico aislado para una vivienda rural. Se adoptó un enfoque cuantitativo aplicado, teniendo en cuenta las viviendas rurales de la comunidad como población y como muestra una vivienda representativa. Los hallazgos del análisis energético indicaron una radiación solar promedio de 4 927 Wh/m2/día, con temperaturas mínimas de 22,43 °C y máximas de 31,62 °C, así como un consumo diario promedio de 0,187 kWh. Se concluyó que un sistema compuesto por un panel policristalino de 50 W es adecuado para satisfacer la demanda energética de la vivienda en estudio.

Salamanca (2017), en su artículo publicado en la Revista Científica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, titulado "Diseño propuesto de un sistema de energía solar fotovoltaica", detalla: El propósito de este estudio fue sugerir el diseño de un sistema fotovoltaico, tomando en cuenta las condiciones ambientales urbanas, a través de un enfoque analítico y descriptivo, utilizando como población el contexto urbano de Bogotá y como escenarios representativos de implementación. Los hallazgos indicaron que, a pesar de la presencia de polución y condiciones ambientales desfavorables, los progresos tecnológicos en celdas solares posibilitan un rendimiento óptimo del sistema, concluyendo que la energía solar fotovoltaica representa una opción viable para contextos urbanos con restricciones medioambientales.

Arrieta et al. (2012), en su trabajo de investigación publicado en la Revista Prospectiva de la Universidad Autónoma del Caribe titulado "Prototipo de sistema solar fotovoltaico con optimización del ángulo de inclinación de paneles", el objetivo fue diseñar e implementar un sistema solar fotovoltaico optimizando el ángulo de inclinación de los paneles. Se empleó un enfoque experimental de fases, teniendo en cuenta las Zonas No Interconectadas del Sistema Nacional de Interconexión como población y como sitio específico seleccionado para la implementación del prototipo. Los hallazgos de las pruebas de funcionamiento revelaron fluctuaciones notables en el consumo energético durante los primeros días, superando el consumo anticipado entre un 8 % y un 42 %. Concluyen que, además del diseño técnico, es esencial la sensibilización de los usuarios sobre el uso prudente de la energía en sistemas fotovoltaicos independientes.

### *2.1.2. Antecedentes nacionales*

Salazar (2017), en su disertación elaborada en la Universidad Nacional del Centro del Perú bajo el título "Diseño de un sistema fotovoltaico independiente para el suministro eficiente de energía en zonas rurales", buscó diseñar un sistema fotovoltaico autónomo que asegurara un suministro energético eficaz en áreas rurales. El enfoque adoptado se basó en una metodología cuantitativa aplicada y experimental, teniendo como población de estudio las áreas rurales de la región Junín y como prototipo un sistema piloto evaluado a través de mediciones de generación eléctrica durante un periodo de treinta días entre agosto y septiembre de 2015. Los hallazgos, analizados mediante estadística inferencial y comparados con el diseño sugerido por el Ministerio de Energía y Minas, revelaron un rendimiento superior del sistema diseñado por el autor, concluyendo que la propuesta es técnicamente eficaz y adecuada para su implementación en escenarios rurales.

Ríos (2018), en su investigación presentada en la Universidad César Vallejo bajo el título "Creación de un sistema solar para la producción de electricidad en el centro poblado La Algodonera, Olmos – Lambayeque", se buscó diseñar un sistema solar para la generación de energía eléctrica en un núcleo poblado rural. Este enfoque se basó en un método descriptivo-aplicado, teniendo en cuenta la población de La Algodonera y el sistema solar propuesto para la región. Los hallazgos del análisis del recurso solar revelaron niveles de radiación superiores a 6 kWh/m2, lo que asegura la funcionalidad del sistema. Concluyendo, se concluye que el proyecto es viable desde una perspectiva técnica y ambiental, y además, sostenible a largo plazo a través de un plan de mantenimiento implementado por los beneficiarios del proyecto.

Valdiviezo (2014), en su tesis presentada en la Pontificia Universidad Católica del Perú, denominada "Diseño de un sistema fotovoltaico para proveer energía eléctrica a 15 laptops en la PUCP", Valdiviezo (2014) buscó diseñar un sistema fotovoltaico capaz de suministrar energía eléctrica a equipos informáticos. Para ello, utilizó una metodología cuantitativa y un enfoque aplicado, tomando como población los sistemas eléctricos del campus universitario y como muestra un conjunto de 15 laptops. Los hallazgos facilitaron la dimensionación de un sistema compuesto por 24 módulos fotovoltaicos de 150 Wp, 12 baterías de 250 Ah a 12 V, tres controladores de 50 A y un inversor de 1 200 W. Además, definió conductores y protecciones de acuerdo con la norma IEC 60364-5-52. En conclusión, el sistema diseñado satisface los requisitos técnicos y normativos para un suministro eléctrico seguro y eficiente.

Díaz (2022), en su tesis de la Universidad Politécnica Amazónica, "Creación de un sistema fotovoltaico independiente para abastecimiento eléctrico a una casa unifamiliar en el caserío Nuevo Valle, distrito de Soritor, provincia de Moyobamba - San Martín", su propósito fue diseñar un sistema fotovoltaico autónomo para una vivienda rural. Utilizó un método aplicado con enfoque cuantitativo, tomando como población las viviendas del caserío Nuevo Valle y como muestra una casa unifamiliar representativa. La evaluación del recurso solar y el análisis de la demanda energética fueron parte de los resultados del estudio. El dimensionamiento de paneles, baterías, inversor, cableado y costos eléctricos también se incluyeron. Se llegó a la conclusión de que el sistema propuesto es viable desde el punto de vista técnico y apropiado para facilitar el acceso a energía eléctrica en áreas rurales.

Carrasco (2023), en su tesis de la Universidad Politécnica Amazónica, "Creación de un sistema fotovoltaico independiente para abastecimiento eléctrico a una casa unifamiliar en el caserío Nuevo Valle, distrito de Soritor, provincia de Moyobamba - San Martín", su propósito fue diseñar un sistema fotovoltaico autónomo para una vivienda rural. Utilizó un método aplicado con enfoque cuantitativo, tomando como población las viviendas del caserío Nuevo Valle y como muestra una casa unifamiliar representativa. La evaluación del recurso solar y el análisis de la demanda energética fueron parte de los resultados del estudio. El dimensionamiento de paneles, baterías, inversor, cableado y costos eléctricos también se incluyeron. Se llegó a la conclusión de que el sistema propuesto es viable desde el punto de vista técnico y apropiado para facilitar el acceso a energía eléctrica en áreas rurales.

### *2.1.3. Antecedentes locales*

Mamani (2024), en su tesis desarrollada en la Universidad Nacional del Altiplano titulada “Creación de un sistema fotovoltaico conectado a la red y su impacto en la facturación eléctrica de un complejo residencial en la urbanización Nacido, distrito de San Miguel, provincia de San Román”, tuvo como objetivo evaluar el impacto de un sistema fotovoltaico conectado a la red en la reducción del consumo y la facturación eléctrica, empleando un enfoque cuantitativo de tipo aplicado con método descriptivo–analítico, considerando como población a los usuarios del complejo residencial y como muestra a 11 viviendas, cuyas facturas eléctricas evidenciaron un consumo promedio de 354 kWh/mes y 4 253 kWh/año; los resultados del dimensionamiento y diseño del sistema, realizado mediante mediciones con vatímetro digital en horas pico solares, permitieron seleccionar dos módulos de 390 Wp, un inversor de 900

Wp y un interruptor de transferencia automática, determinándose una potencia efectiva de 0,63 kW con una irradiancia de 6,78 kWh/m² y un rendimiento de 0,81, concluyendo que el sistema fotovoltaico conectado a la red es técnicamente viable y contribuye a la reducción del consumo eléctrico residencial.

Camasita y Castro (2022), en su tesis presentada en la Universidad Nacional del Altiplano titulada "Caracterización de un microinversor solar fotovoltaico conectado a la red a 3 824 metros de altitud, en Puno", tuvieron como objetivo evaluar el desempeño de un microinversor fotovoltaico en condiciones de gran altitud, utilizando un enfoque cuantitativo con método experimental, considerando como población los sistemas fotovoltaicos conectados a red en la región Puno y como muestra un sistema conformado por un panel policristalino de 270 W y un microinversor de 250 W, instrumentado con sistemas de medición de corriente continua y alterna, PLC y computadora para la adquisición de datos; los resultados obtenidos durante un mes de monitoreo evidenciaron una eficiencia máxima de 93,86 % registrada el 15 de marzo de 2022, concluyendo que el uso de tecnologías fotovoltaicas con microinversores es viable y eficiente en las condiciones climáticas y geográficas de la región Puno.

Torres y Condori (2019), en su tesis desarrollada en la Universidad Nacional de Juliaca titulada "Análisis y evaluación del sistema fotovoltaico de 3 kW conectado a la red en el pabellón administrativo de la UNAJ", tuvieron como objetivo analizar el comportamiento operativo de un sistema fotovoltaico conectado a red, aplicando un enfoque cuantitativo con método evaluativo conforme a la norma IEC 61724-1, considerando como población los sistemas energéticos del campus universitario y como muestra un sistema de 3 kW

conformado por 12 paneles de 250 Wp y un inversor conectado a la red del edificio administrativo; los resultados permitieron determinar indicadores de potencia, energía generada, eficiencia global y rendimiento del sistema, concluyendo que el sistema fotovoltaico presenta un desempeño adecuado y cumple con los criterios técnicos establecidos por la normativa internacional.

Vilca (2020), en su investigación realizada en la Universidad Nacional de Juliaca titulada "Diseño, implementación y evaluación económica de un sistema fotovoltaico conectado a la red de 2,16 kW con microinversor bajo las condiciones geográficas y climáticas de Juliaca", tuvo como objetivo diseñar e implementar un sistema fotovoltaico conectado a la red y evaluar su rendimiento técnico–económico, empleando un método aplicado con enfoque cuantitativo, considerando como población los sistemas fotovoltaicos del Instituto de Energías Renovables y Eficiencia Energética de la UNAJ y como muestra un sistema conformado por ocho módulos policristalinos de 270 W y ocho microinversores Enphase M215 de 215 W, con una capacidad instalada de 2,16 kW; los resultados indicaron una producción eléctrica anual estimada de 4 561,62 kWh y una eficiencia del microinversor de 96,13 %, concluyendo que el sistema presenta un alto rendimiento y es técnicamente viable bajo las condiciones climáticas de Juliaca.

Ortiz (2023), en su trabajo de investigación desarrollado en la Universidad Nacional de Juliaca titulado "Análisis del ratio de rendimiento del sistema fotovoltaico conectado a red de 5,76 kWp con inversor multistring para el edificio multifamiliar Independencia de Arequipa", tuvo como objetivo evaluar el rendimiento energético de un sistema fotovoltaico conectado a la red mediante el indicador PR, utilizando un enfoque cuantitativo con método analítico

conforme a la norma IEC 61724-1, considerando como población los sistemas fotovoltaicos residenciales multifamiliares y como muestra un SFCR de 5,76 kWp conformado por 18 módulos policristalinos de 320 Wp y un inversor monofásico Fronius Primo 5.0-1 de 5,0 kW; los resultados evidenciaron que el sistema cubrió el 23,86 % de la demanda eléctrica del edificio, reduciendo 8,05 MWh/año y disminuyendo 1 216,28 unidades de emisiones de gases de efecto invernadero, concluyendo que el sistema es técnicamente eficiente y energéticamente factible.

## 2.2. Marco teórico

### 2.2.1. Energía solar

La energía solar, considerada una de las fuentes de energía renovable más significativas por ser un recurso inagotable y tener un impacto ambiental bajo, se obtiene de la radiación solar y puede convertirse en electricidad o calor. Los sistemas fotovoltaicos son actualmente la tecnología más utilizada para crear electricidad limpia (Naciones Unidas, 2024). En zonas rurales, como el caso del caserío Monte Sinaí, representa una alternativa sostenible para garantizar el acceso continuo a la energía eléctrica.

La energía solar ha adquirido especial relevancia en los programas de electrificación rural debido a su adaptabilidad técnica y a su capacidad para ser implementada en contextos geográficos diversos. A diferencia de otras fuentes renovables, como la energía eólica o la hidroeléctrica, los sistemas fotovoltaicos no requieren condiciones topográficas específicas ni infraestructura compleja, lo que los convierte en una alternativa viable para comunidades rurales dispersas y de difícil acceso. Esta característica resulta especialmente importante en zonas

altoandinas, donde las limitaciones geográficas dificultan la extensión de redes eléctricas convencionales (International Energy Agency [IEA], 2023).

Desde un enfoque de ingeniería, la principal ventaja de la energía solar radica en su carácter modular y escalable. Los sistemas fotovoltaicos pueden ser diseñados para cubrir necesidades energéticas básicas y, posteriormente, ampliarse conforme se incrementa la demanda eléctrica de la población. Esta flexibilidad permite optimizar la inversión inicial y adaptar el sistema a las condiciones socioeconómicas de las comunidades rurales, evitando sobredimensionamientos que incrementen innecesariamente los costos del proyecto (Bazilian et al., 2012).

***2.2.1.1. Concepto y tipos de radiación solar.*** Se refiere a la energía electromagnética que el sol emite en dirección a la Tierra. Se clasifica en tres tipos principales:

**Directa,** que llega sin dispersarse en la atmósfera.

**Difusa,** que se genera cuando la radiación se dispersa por nubes o partículas.

**Global**, que es la suma de ambas y representa la energía total incidente sobre una superficie (Newport Corporation, 2023).

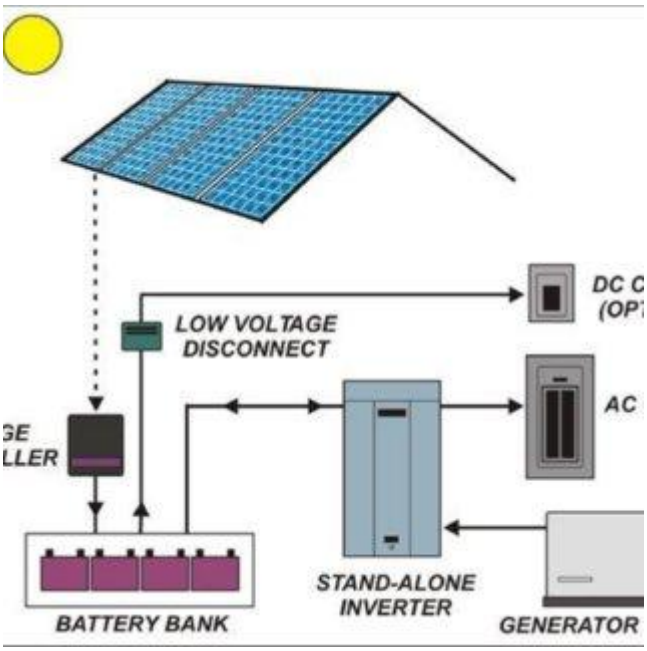
Estas partes establecen el volumen de energía que un sistema fotovoltaico puede utilizar para producir electricidad.

***2.2.1.2. Potencial solar en la zona de estudio*.** El potencial solar depende de la ubicación geográfica, la altitud y las condiciones atmosféricas. Particularmente en la región de Puno, al sur del Perú, la radiación solar promedio anual varía entre 5,0 y 5,8 kWh/m²·día, lo que la convierte en una de las zonas con mayor recurso solar del país (Ministerio de Energía y Minas, 2023).

La puesta en marcha de sistemas fotovoltaicos a pequeña escala se ve favorecida por estas condiciones, como el de 5 kW, capaz de suministrar energía eléctrica a viviendas y servicios comunales. La elevada altitud de la zona, que supera los 3 800 m s. n. m., también contribuye a una menor dispersión atmosférica y una mayor eficiencia de captación solar (Gómez & Vargas, 2021).

*Figura 1.*

*Mapa de irradiación solar promedio anual en el Perú.*




Fuente: Banco Mundial – Global Solar Atlas (2023)

***2.2.1.3. Factores que afectan la captación solar.*** El desempeño de un sistema fotovoltaico está afectado por diversos factores externos. La inclinación y orientación de los paneles son factores cruciales; en el hemisferio sur, deben apuntar al norte con un ángulo de inclinación comparable a la latitud del sitio. Asimismo, las condiciones atmosféricas como la nubosidad, el polvo o la humedad pueden reducir la radiación efectiva, y el sombreamiento de objetos cercanos afecta directamente la eficiencia global del sistema (Autosolar Perú, 2022).

### 2.2.2. Efecto fotovoltaico

El principio físico fundamental que convierte la energía solar en electricidad es el efecto fotovoltaico. Este fenómeno sucede cuando la luz solar impacta en materiales semiconductores, produciendo una corriente eléctrica. Forma la base del funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos que suministran energía en áreas rurales, por su eficiencia y sostenibilidad ambiental (Gómez & Vargas, 2021).

El efecto fotovoltaico, además de su fundamento físico, presenta un comportamiento que varía según las condiciones reales de operación del sistema. Estudios recientes indican que elementos como la altitud, el cambio en la intensidad de la radiación solar y la temperatura del ambiente tienen un impacto directo en cómo responden eléctricamente las celdas solares. En zonas de elevada altitud, como las regiones altoandinas, la mayor irradiancia puede incrementar la generación eléctrica; sin embargo, las variaciones térmicas también pueden afectar la tensión de salida de los módulos, lo que debe ser considerado durante el diseño del sistema para garantizar un funcionamiento estable y eficiente en condiciones reales de operación (Green et al., 2022).

***2.2.2.1. Principio de funcionamiento.*** El efecto fotovoltaico se genera cuando los fotones solares impactan en la superficie de una celda solar y excitan a los electrones del semiconductor. Estos electrones liberados se desplazan, generando una diferencia de potencial que origina una corriente eléctrica continua (CC).

Posteriormente, mediante un inversor, la energía se transforma en corriente alterna (CA), que puede ser utilizada por los equipos eléctricos domésticos o industriales (Sarmiento et al., 2020).

***2.2.2.2. Materiales semiconductores.*** Los materiales semiconductores empleados en las celdas solares son determinantes en la eficiencia del proceso.

Los más comunes son:

**Silicio monocristalino**, caracterizado por su alta pureza y eficiencia, generalmente entre 18 % y 22 %.

**Silicio policristalino**, de menor costo pero con una eficiencia promedio de entre 14 % y 18 %.

Recientemente se han desarrollado tecnologías con teluro de cadmio (CdTe) y perovskitas, que buscan mejorar el rendimiento y reducir costos, adaptándose mejor a condiciones de radiación variable (Ministerio de Energía y Minas, 2023).

***2.2.2.3. Factores que influyen en la eficiencia.*** La eficacia de conversión de una celda solar está determinada por varios elementos:

**La radiación solar**, que determina la cantidad de energía absorbida.

**La temperatura ambiente**, ya que temperaturas elevadas reducen la tensión de salida del panel.

**La orientación e inclinación de los módulos**, que afectan la cantidad de radiación captada.

**La calidad del encapsulado y de los materiales**, que influyen en la durabilidad y en el rendimiento global (Gómez & Vargas, 2021).

### 2.2.3. Componentes del sistema fotovoltaico

Un sistema fotovoltaico está constituido por diferentes componentes que operan de manera coordinada para captar, transformar y distribuir la energía solar.

La eficiencia del sistema depende no solo de los paneles solares, sino también del correcto dimensionamiento y funcionamiento de cada componente (Gonzales & Pérez,2022).

La interacción adecuada entre los componentes del sistema fotovoltaico es determinante para asegurar su desempeño global y su confiabilidad operativa, especialmente en sistemas aislados instalados en zonas rurales. Diversos estudios señalan que fallas recurrentes en este tipo de sistemas no siempre se deben a defectos de fabricación, sino a una selección inadecuada o a una integración deficiente entre módulos, reguladores, inversores y sistemas de almacenamiento. Desde el enfoque de ingeniería, resulta fundamental considerar la compatibilidad eléctrica y funcional entre los componentes, así como las condiciones ambientales de operación, con el fin de minimizar pérdidas energéticas, reducir fallas prematuras y facilitar las labores de mantenimiento en comunidades con acceso técnico limitado (Messenger & Ventre, 2010).

***2.2.3.1. Paneles solares.*** Los paneles solares son los que recogen la radiación solar y la convierten en energía eléctrica a través del efecto fotovoltaico. Cada panel está formado por celdas de silicio conectadas eléctricamente, protegidas con vidrio templado y encapsuladas para resistir las condiciones climáticas.

En el sistema propuesto de 5 kilovatios, los módulos pueden conectarse en serie o paralelo según el voltaje y la corriente necesarios para lograr la potencia requerida (Ruiz & Ortega, 2021).

***2.2.3.2. Controlador de carga.*** El controlador de carga controla la transferencia de energía entre las baterías y los paneles solares. Su papel consiste en impedir la sobrecarga y la descarga profunda del banco de baterías, lo que extiende su vida útil. Hay dos clases principales:

**PWM** (Modulación por Ancho de Pulso): más económicos, adecuados para pequeños sistemas.

**MPPT** (Seguidor del Punto de Máxima Potencia): optimizan la captación de energía incluso con variaciones de radiación (Cárdenas et al., 2023).

En sistemas rurales como el del caserío Monte Sinaí, se recomienda utilizar controladores MPPT por su mayor eficiencia en condiciones de radiación variable.

***2.2.3.3. Inversor.*** El inversor convierte la corriente continua (CC) generada por los paneles en corriente alterna (CA), que es el tipo de energía que emplean los dispositivos eléctricos de uso doméstico.

Los inversores modernos incluyen sistemas de protección contra sobrecargas y permiten monitorear la producción de energía en tiempo real. Además, los inversores híbridos pueden gestionar tanto la conexión a la red como el uso de baterías, lo cual brinda mayor flexibilidad (Pérez & Navarro, 2022).

***2.2.3.4. Baterías.*** Las baterías almacenan la energía generada durante el día para su uso durante la noche o en días nublados. En sistemas aislados, este componente garantiza el suministro continuo de electricidad.

Las tecnologías más utilizadas son:

**Baterías de ion-litio**: alta eficiencia y larga vida útil.

**Baterías de gel**: resistentes y adecuadas para climas fríos o de altura.

El tamaño del banco de baterías se determina según el consumo energético y la autonomía deseada, considerando al menos 24 horas de respaldo (Ministerio de Energía y Minas, 2023).

***2.2.3.5. Estructura y cableado.*** La estructura de soporte sostiene los paneles y garantiza la orientación e inclinación adecuadas para captar la máxima radiación solar. El cableado conecta todos los componentes del sistema, por lo que debe seleccionarse según la corriente máxima y las pérdidas permitidas, asegurando una instalación segura y eficiente (Gonzales & Pérez, 2022).

### 2.2.4. Inversor solar

***2.2.4.1. Definición y función.*** El inversor solar es el dispositivo encargado de convertir la corriente continua (CC) generada por los paneles fotovoltaicos en corriente alterna (CA), que es la forma en que se consume la energía eléctrica en hogares, industrias o redes públicas.

Además, regula la tensión, la frecuencia y la calidad de la energía producida para garantizar su compatibilidad con los equipos eléctricos conectados al sistema (López & Ramos, 2021).

En sistemas fotovoltaicos autónomos o híbridos, el inversor también puede incluir funciones de monitoreo, protección y sincronización con generadores o bancos de baterías.

***2.2.4.2. Tipos de inversores.*** Existen varios tipos de inversores, clasificados principalmente por su aplicación y configuración:

**Inversores de cadena (string inverters):** Conectan varios módulos en serie formando una cadena. Son comunes en instalaciones residenciales y comerciales de mediana escala.

**Microinversores**: Se instalan directamente en cada panel, permitiendo un mejor rendimiento en condiciones de sombreado parcial o diferencias de orientación entre módulos.

**Inversores centrales**: Se utilizan en sistemas de gran capacidad, generalmente superiores a 100 kW, donde agrupan la producción de varios conjuntos de paneles en un único equipo de conversión.

**Inversores híbridos**: Integran la gestión de energía solar con baterías y, en algunos casos, con la red eléctrica pública (Lemaire, 2020).

Cada tipo ofrece ventajas específicas en función de la escala del sistema y del nivel de control y eficiencia deseado.

***2.2.4.3. Parámetros de selección.*** La selección de un inversor solar depende de factores técnicos como:

- Potencia nominal y sobrecarga admisible.
- Tensión máxima de entrada en corriente continua.
- Eficiencia de conversión (generalmente entre 95–98%).
- Tipo de onda de salida (onda senoidal pura o modificada).
- Compatibilidad con sistemas de monitoreo o comunicación.

***2.2.4.4. Ventajas técnicas.*** El inversor no solo transforma la energía, sino que también mejora la eficiencia global del sistema, al ajustar el punto de máxima potencia (MPPT) de los paneles, minimizar pérdidas eléctricas y proteger el sistema contra sobrecargas o fallas.

Asimismo, su capacidad de comunicación permite monitorear el rendimiento del sistema y detectar anomalías, lo cual es esencial para el mantenimiento preventivo (Ruiz et al., 2021).

### 2.2.5. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico

Una de las fases más cruciales del diseño fotovoltaico es el

dimensionamiento, ya que permite asegurar que el sistema cumpla con la demanda energética del caserío sin sobredimensionar los costos. Este proceso implica calcular la energía requerida, seleccionar los módulos adecuados, estimar las pérdidas y definir la capacidad del inversor y las baterías (Solórzano et al., 2023).

En contextos aislados, donde no existe respaldo de la red eléctrica convencional, un diseño inadecuado puede generar deficiencias en el suministro energético o, por el contrario, inversiones innecesarias por sobredimensionamiento. La literatura internacional señala que el proceso de dimensionamiento debe considerar no solo la demanda energética estimada, sino también las variaciones estacionales del recurso solar, las pérdidas del sistema y los márgenes de seguridad asociados a las condiciones ambientales locales, especialmente en zonas de alta radiación y altitud como el sur del Perú. Asimismo, un dimensionado bien diseñado ayuda a extender la vida útil de los componentes y disminuir los gastos de operación y mantenimiento., y asegurar la continuidad del servicio eléctrico a largo plazo en comunidades rurales (Hansen et al., 2019; IRENA, 2023).

***2.2.5.1. Cálculo de la demanda energética.*** Para determinar la demanda eléctrica, se realiza un inventario de equipos, su potencia y el tiempo promedio de uso diario. Este cálculo permite estimar el consumo total en kWh/día. Según Escalante y Gómez (2022), este paso es esencial para garantizar el suministro estable de energía.

***2.2.5.2. Determinación del número de paneles solares.*** Una vez calculado el consumo, se determina la cantidad de paneles fotovoltaicos necesarios considerando la irradiación solar promedio de la zona. En regiones como Puno o

Sandia, la radiación solar promedio anual oscila entre 5 y 6 kWh/m²/día, lo que favorece la eficiencia del sistema (Ministerio de Energía y Minas, 2024).

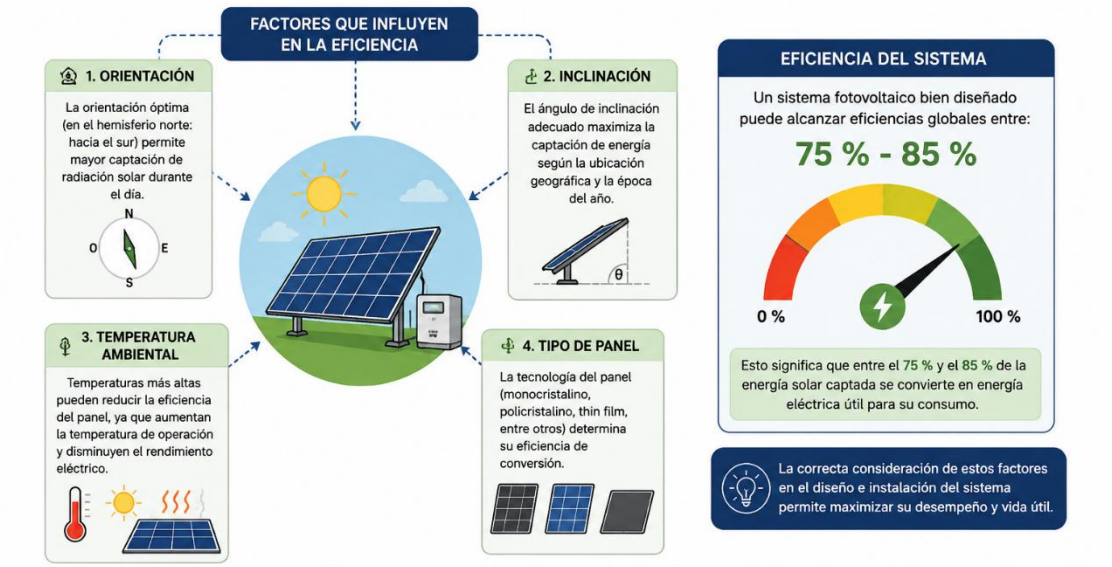
***2.2.5.3. Selección del inversor y regulador.*** El inversor debe ser capaz de manejar la potencia total demandada y las condiciones del sistema (corriente, tensión y frecuencia). Por su parte, el regulador de carga protege las baterías del sobrecargado o sobredescarga, manteniendo la estabilidad operativa (Muñoz, 2023).

### 2.2.6. Eficiencia y rendimiento del sistema fotovoltaico

La eficiencia es un indicador del desempeño del sistema, que depende de factores como la orientación, inclinación, temperatura ambiental y tipo de panel. Según Rojas et al. (2023), un sistema bien diseñado puede alcanzar eficiencias globales entre el 75 % y 85 %.

*Figura 2.*

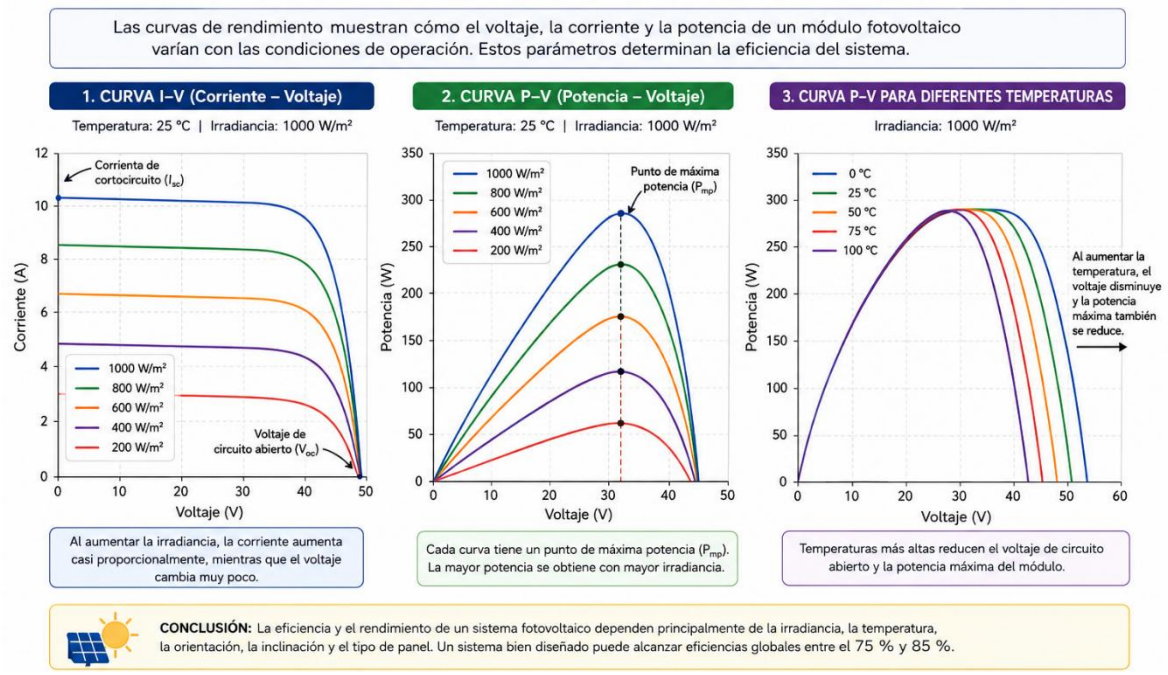
*Eficiencia del sistema fotovoltaico*




**Fuente:** Rojas et al. (2023)

*Figura 3.*

*Curvas de rendimiento de un modulo fotovoltaico*




**Fuente:** Rojas et al. (2023)

Estudios recientes destacan que el rendimiento efectivo depende de la correcta integración entre generación, almacenamiento y conversión de energía, además de una adecuada gestión de las pérdidas eléctricas y térmicas. En zonas rurales de alta radiación solar, como las regiones altoandinas, un diseño optimizado puede compensar parcialmente las pérdidas por temperatura y entorno, permitiendo alcanzar niveles aceptables de aprovechamiento energético. Por ello, el análisis del rendimiento no solo permite verificar la calidad del diseño técnico, sino que también constituye una herramienta fundamental para garantizar la sostenibilidad y confiabilidad del suministro eléctrico en comunidades aisladas (Jordan & Kurtz, 2013; Marion et al., 2019).

***2.2.6.1. Pérdidas del sistema.*** Las pérdidas energéticas pueden originarse por suciedad, sombras parciales, o pérdidas en el cableado e inversor. Reducirlas

aumenta el rendimiento global del sistema (García & López, 2022).

***2.2.6.2. Monitoreo y mantenimiento.*** El monitoreo continuo permite detectar fallos y optimizar el rendimiento. Los sistemas modernos utilizan controladores con conexión remota que informan sobre el desempeño energético diario (Cruz et al., 2023).

### 2.2.7. Impacto socioeconómico y ambiental

Los sistemas fotovoltaicos rurales generan beneficios más allá de la energía eléctrica, impulsando el desarrollo local y la sostenibilidad ambiental (Ramos et al., 2022).

La implementación de sistemas fotovoltaicos en contextos rurales trasciende el ámbito técnico, ya que genera transformaciones significativas en los aspectos sociales, económicos y ambientales de las comunidades beneficiadas. Diversos estudios internacionales señalan que el acceso sostenido a la electricidad mediante fuentes renovables contribuye a reducir brechas de desarrollo, mejorar las condiciones de vida y fortalecer la resiliencia comunitaria frente a limitaciones estructurales como el aislamiento geográfico. Asimismo, los sistemas fotovoltaicos permiten desacoplar el crecimiento del bienestar social del consumo de combustibles fósiles, promoviendo modelos energéticos más equitativos y ambientalmente responsables. En este sentido, la electrificación rural basada en energía solar se consolida como una herramienta estratégica para el desarrollo sostenible, al articular beneficios energéticos con impactos positivos en la educación, la salud, la productividad local y la protección del entorno natural (IEA, 2023; IRENA, 2022).

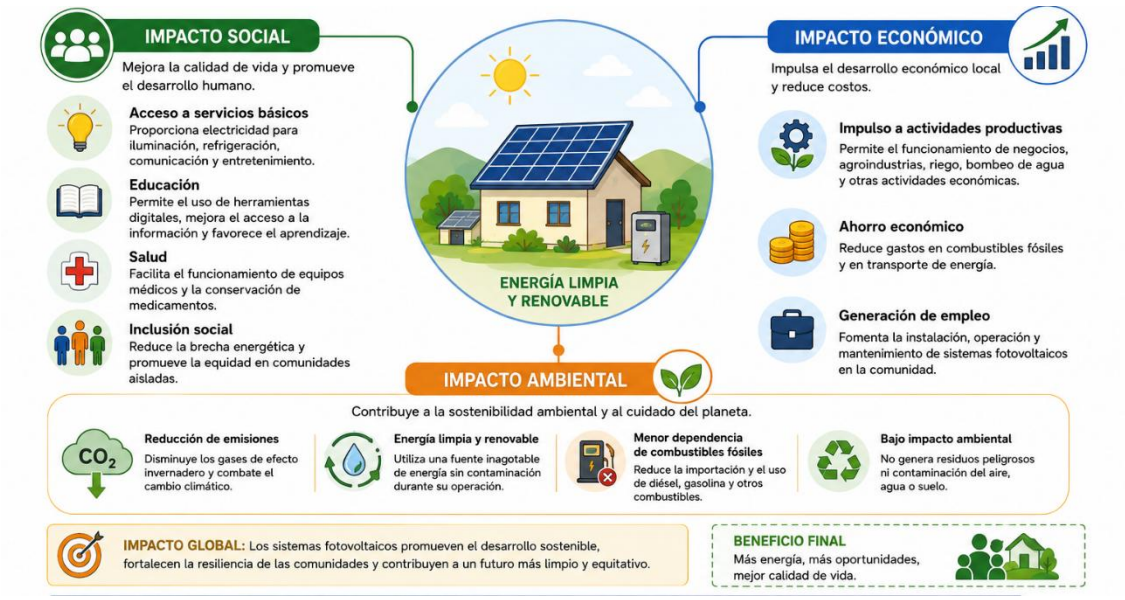
***2.2.7.1. Impacto social.*** La posibilidad de acceder a la electricidad mejora las condiciones de vida, permite el acceso a servicios básicos, la comunicación y la educación durante la noche. Además, fortalece la cohesión social y la inclusión tecnológica (INEI, 2024).

***2.2.7.2. Impacto económico.*** La reducción del gasto en combustibles fósiles y la posibilidad de emprender actividades productivas (como refrigeración o bombeo de agua) estimulan la economía local (Carrillo, 2023).

***2.2.7.3. Impacto ambiental.*** El uso de energía solar evita emisiones de $CO_2$, contribuyendo a mitigar el cambio climático. Se estima que un sistema de 5 kW evita unas 6 toneladas de $CO_2$ anuales (IEA, 2023).

*Figura 4.*

*Impacto de los sistemas fotovoltaicos*




**Fuente:** Rua et al 2022

*Figura 5.*

*Impacto ambiental de las baterías*




**Fuente:** Richa, k; Bhattacharya, S. & Chakraborty, S. (2021)

Las baterías son esenciales para el almacenamiento de energía en los sistemas fotovoltaicos, pero su ciclo de vida genera impactos ambientales significativos que se debe gestionar adecuadamente.

### 2.2.8. Normativas y estándares técnicos

El cumplimiento normativo garantiza la seguridad, confiabilidad y calidad del sistema fotovoltaico. Según el Reglamento Nacional de Instalaciones Eléctricas (RNE), toda instalación debe cumplir con los códigos técnicos del sector energético peruano (MINEM, 2023).

Estas normativas fijan estándares mínimos para la instalación, el diseño, la operación y el mantenimiento de los sistemas, lo que disminuye los riesgos eléctricos y garantiza la protección tanto de los usuarios como de los equipos. En proyectos de electrificación rural, la aplicación de estándares técnicos cobra especial relevancia debido a las condiciones ambientales exigentes y a la limitada

disponibilidad de servicios especializados para la corrección de fallas. En este contexto, el alineamiento con marcos normativos nacionales e internacionales permite asegurar la calidad del sistema fotovoltaico, facilitar su fiscalización y promover su sostenibilidad técnica y operativa en el tiempo (IEA, 2022; REN21, 2023).

***2.2.8.1. Normas internacionales.*** Se aplican estándares como la IEC 61215 para el diseño y prueba de módulos fotovoltaicos, la IEC 61730 para la seguridad eléctrica y la IEEE 1547 para la interconexión con redes eléctricas (IEC, 2022).

***2.2.8.2. Normativa nacional.*** El MINEM y el Osinergmin regulan las instalaciones solares conectadas y aisladas, estableciendo procedimientos para garantizar el cumplimiento de las condiciones técnicas, de calidad y seguridad eléctrica (MINEM, 2024).

### 2.2.9. Enfoque de electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos aislados

La electrificación de las áreas rurales constituye uno de los principales desafíos para el desarrollo sostenible en países con poblaciones dispersas y geografías complejas, como el Perú. En este escenario, los sistemas fotovoltaicos aislados se consolidan como una alternativa técnica viable para garantizar el acceso a la energía eléctrica en comunidades donde la ampliación de las redes convencionales resulta técnicamente limitada o económicamente inviable. A diferencia de los sistemas interconectados, los sistemas autónomos permiten una implementación progresiva y adaptable a las necesidades reales de la población beneficiaria (Bhattacharyya, 2013; International Renewable Energy Agency [IRENA], 2023).

Desde la perspectiva de la ingeniería energética, la implementación de sistemas fotovoltaicos aislados requiere una planificación integral que considere no solo la disponibilidad del recurso solar, sino también las condiciones socioeconómicas de la comunidad, los patrones de consumo eléctrico y la capacidad local para la operación y el mantenimiento del sistema. Diversos estudios señalan que la sostenibilidad y continuidad del suministro eléctrico en zonas rurales dependen en gran medida de un diseño adecuado, de la selección de componentes confiables y de la capacitación básica de los usuarios finales, aspectos clave para reducir fallas operativas y prolongar la vida útil del sistema (International Energy Agency [IEA], 2023; Solórzano et al., 2023).

Asimismo, la electrificación rural basada en energía solar contribuye a reducir las brechas de acceso a servicios básicos, favoreciendo el desarrollo educativo, la atención en salud y el fortalecimiento de actividades productivas locales. En las zonas rurales altoandinas, donde el recurso solar es elevado, los sistemas fotovoltaicos aislados representan una estrategia efectiva para impulsar el desarrollo territorial sin incrementar las emisiones de gases de efecto invernadero. En este sentido, la adopción de soluciones energéticas sustentadas en fuentes renovables se alinea con los objetivos nacionales de electrificación rural y con los compromisos internacionales de sostenibilidad y transición energética (IEA, 2022; IRENA, 2022).

### *2.2.10. Objetivos de Desarrollo Sostenible y ODS 7*

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) fueron establecidos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en 2015 como parte de la Agenda 2030.

Este plantea: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos

**Metas de ODS 7**

7.1: el acceso universal a los servicios energéticos

7.2: aumento de las energías renovables

7.3: mejora eficiencia energética

7.a y 7.b: infraestructura y energía sostenible

Todas están metas se alinean directamente con electrificación de zonas rurales mediante sistemas fotovoltaicos

**Relación del sistema fotovoltaico con el ODS 7**

El diseño de un sistema fotovoltaico para suministro de energía en el caserío Monte Sinai contribuye con el cumplimiento del ODS 7

Acceso universal: electrificación de viviendas rurales

Energías renovables: uso de energía solar

Eficiencia: optimización del consumo energético

Infraestructura: implementación de tecnología sostenible

## 2.3. Marco conceptual

**Energía solar fotovoltaica**

La energía solar fotovoltaica es un tipo de generación eléctrica que utiliza directamente la radiación del sol. Este tipo de energía se produce cuando la luz incidente interactúa con materiales semiconductores, generando un movimiento de

cargas eléctricas que da origen a corriente continua, la cual puede ser utilizada o transformada según los requerimientos del sistema.

**Efecto fotovoltaico**

El efecto fotovoltaico es un fenómeno físico–eléctrico mediante el cual determinados materiales semiconductores, al ser expuestos a la radiación solar, desarrollan una diferencia de potencial eléctrico. Este comportamiento permite la conversión inmediata de la energía luminosa en energía eléctrica, constituyendo el fundamento técnico de las celdas y módulos solares.

**Panel solar fotovoltaico**

El panel solar fotovoltaico es un componente tecnológico conformado por un conjunto de celdas solares integradas eléctricamente y protegidas estructuralmente. Su función principal es captar la radiación solar disponible y convertirla en energía eléctrica. En el presente estudio se emplean módulos monocristalinos de 455 W, seleccionados por su elevada eficiencia y su mejor desempeño en espacios de instalación reducidos.

**Sistema fotovoltaico aislado**

Un sistema fotovoltaico aislado es una solución energética independiente que opera sin interconexión a la red eléctrica convencional. Este tipo de sistema integra paneles solares, dispositivos de regulación, almacenamiento energético e inversión de corriente, permitiendo abastecer de electricidad a zonas rurales o comunidades que no cuentan con infraestructura eléctrica formal.

**Controlador de carga MPPT (Maximum Power Point Tracking)**

El controlador MPPT es un equipo electrónico diseñado para gestionar eficientemente la energía generada por los módulos fotovoltaicos. Su función consiste en adaptar continuamente las condiciones eléctricas de operación de los paneles, de modo que trabajen en el punto donde se obtiene la máxima potencia, incrementando el aprovechamiento energético del sistema, especialmente en escenarios de radiación variable.

**Inversor**

El inversor es el aparato que se encarga de convertir la energía eléctrica en corriente continua, ya sea generada o almacenada en el sistema, a una corriente alterna que sea compatible con los dispositivos eléctricos convencionales. Para el sistema propuesto se considera un inversor de onda senoidal pura de 5 kW, adecuado para aplicaciones residenciales y comunitarias en sistemas fotovoltaicos autónomos.

**Banco de baterías**

El banco de baterías cumple la función de almacenar la energía producida durante los periodos de disponibilidad solar, asegurando el suministro eléctrico cuando la generación disminuye o se interrumpe. En este proyecto se plantea el uso de baterías de litio Pylontech US5000, cuya tecnología ofrece alta eficiencia energética, mayor profundidad de descarga y una vida útil prolongada.

**Profundidad de descarga (DoD, Depth of Discharge)**

La profundidad de descarga expresa el nivel de utilización permitido de la capacidad total de una batería durante un ciclo de operación. Este parámetro es

determinante para preservar la vida útil del sistema de almacenamiento, ya que establece el límite de energía que puede ser extraída sin causar un deterioro prematuro del acumulador.

**Irradiancia solar (G)**

La irradiancia solar representa la cantidad de energía proveniente del Sol que incide sobre una superficie determinada por unidad de área. Se expresa en $W/m^2$ y constituye un parámetro esencial para la evaluación del recurso solar y el dimensionamiento de los sistemas fotovoltaicos, considerando como referencia las condiciones estándar de operación.

**Horas solares pico (HSP)**

Las horas solares pico corresponden al tiempo equivalente durante el cual la radiación solar alcanza valores máximos representativos. Este concepto permite simplificar el análisis del recurso solar disponible y es ampliamente utilizado para estimar la producción diaria de energía en sistemas fotovoltaicos.

**Eficiencia del sistema (η)**

La eficiencia del sistema fotovoltaico se refiere al grado de aprovechamiento de la energía solar captada, considerando las pérdidas asociadas a los componentes eléctricos y a las condiciones ambientales. En el diseño propuesto se adopta un valor de eficiencia global del 75 %, representativo de sistemas fotovoltaicos aislados correctamente dimensionados.

**Punto de máxima potencia (MPP)**

El punto de máxima potencia es la condición operativa en la cual un módulo fotovoltaico entrega su mayor producción eléctrica. Mantener el sistema cercano a

este punto permite maximizar la generación de energía, función que es asumida por los controladores MPPT mediante ajustes automáticos de tensión y corriente.

**Demanda eléctrica**

La demanda eléctrica se define como el requerimiento total de energía de los usuarios durante un intervalo de tiempo determinado. Para el caserío Monte Sinaí, este valor fue estimado en función de los equipos eléctricos utilizados y de los hábitos de consumo, permitiendo establecer una base confiable para el diseño del sistema.

**Análisis económico**

El análisis económico evalúa la viabilidad financiera del sistema fotovoltaico comparando los costos de la inversión, el funcionamiento y el mantenimiento con respecto a las ventajas que se han conseguido durante su vida útil. Este proceso permite identificar indicadores clave como el periodo de recuperación y el costo de la energía generada.

**Sostenibilidad energética**

La sostenibilidad energética se orienta a garantizar el acceso continuo a la energía mediante el uso responsable de recursos renovables. La implementación de sistemas fotovoltaicos en comunidades rurales contribuye a reducir el impacto ambiental, mejorar la calidad de vida y promover un desarrollo energético sostenible.

# CAPÍTULO III

# METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

## 3.1. Método de investigación

### *3.1.1. Enfoque de investigación*

Esta investigación adopta un enfoque cuantitativo, que se distingue por el análisis empírico y la sistematización de los fenómenos. Su fin es elaborar teorías o modelos matemáticos que faciliten su comprensión (Kerlinger & Lee, 2002). En esta situación, el diseño del sistema fotovoltaico se lleva a cabo utilizando un modelo empírico-matemático que tiene en cuenta las ecuaciones de cálculo y la forma en que se comporta la radiación solar.

### *3.1.2. Tipo de investigación*

De acuerdo con Sabino (2002), esta investigación es de carácter aplicado porque tiene como objetivo la solución de problemas concretos de electrificación a través del empleo de energía solar y saberes sobre sistemas eléctricos. La intención es optimizar la disponibilidad de energía eléctrica en el caserío Monte Sinaí, proporcionando una opción sostenible y práctica.

### *3.1.3. Nivel de investigación*

Según Arias (2012), la investigación descriptiva posibilita la identificación y caracterización de las propiedades más importantes del fenómeno bajo estudio. Las condiciones locales de la aldea y los elementos constitutivos del sistema fotovoltaico se detallan en este trabajo.

### *3.1.4. Diseño de investigación*

Como las variables estudiadas (el consumo de energía y la irradiación solar, por ejemplo) ocurren naturalmente sin que el investigador las altere directamente, se utiliza un diseño no experimental (Arias, 2012). La información es analizada y observada tal como sucede en el mundo real.

## 3.2. Ámbito de investigación

La investigación tiene lugar en el caserío Monte Sinaí, que se encuentra en la provincia de Sandia. Su propósito es analizar la disponibilidad del recurso solar y establecer si es factible utilizarlo para proveer de electricidad a la población.

*Figura 6.*
*Panorámica del caserío Monte Sinaí*



### 3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de información

Las técnicas para la recolección de información son las siguientes:

- Evaluación del recurso solar: a través de un análisis técnico y el registro de datos.

Los instrumentos utilizados son:

- Ficha para la recolección de datos.
- Hojas de cálculo para la manipulación de datos.

### 3.4. Población y muestra

Población: Se refiere a la provincia de Sandia

Muestra: Se refiere a un subconjunto de la población, en este caso es el Caserío Monte Sinaí, con 30 viviendas aproximadamente

### 3.5. Recogida de datos

La inspección directa del recurso solar, la revisión de documentos, el dimensionamiento del sistema fotovoltaico y la evaluación financiera del proyecto fueron los métodos que permitieron obtener la información.

# CAPÍTULO IV

# RESULTADOS

## 4.1. Presentación

Este capítulo muestra los resultados del estudio del recurso solar y de la demanda energética del caserío Monte Sinaí, los cuales respaldan el diseño del sistema fotovoltaico. Para el análisis se utilizaron datos de irradiación solar y temperatura correspondientes a los años 2024 y 2025, obtenidos de la base satelital de la NASA, permitiendo estimar la disponibilidad energética y planificar técnicamente el sistema.

## 4.2. Análisis de resultados

### *4.2.1. Demanda de energía solar del caserío monte sinai*

Con la finalidad de caracterizar el recurso solar disponible en el caserío Monte Sinaí, se analizaron los registros de irradiación solar y temperatura correspondientes a los años 2024 y 2025, obtenidos de la base de datos satelital de la NASA. El análisis de estos parámetros permite identificar el comportamiento mensual de la radiación solar incidente, así como las variaciones térmicas del

entorno, aspectos fundamentales para el diseño y dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos en zonas rurales.

*Tabla 2.*

*Irradiación solar del año 2024 en el caserío Monte Sinaí*

| Mes | Irradiación (kW hr/m$^2$) | Temperatura máxima (°C) | Temperatura mínima (°C) |
|---|---|---|---|
| **Enero** | 4.8749 | 23.59 | 13.47 |
| **Febrero** | 4.4465 | 22.86 | 13.62 |
| **Marzo** | 4.8266 | 22.87 | 13.69 |
| **Abril** | 4.3934 | 22.77 | 13.6 |
| **Mayo** | 3.3046 | 22.11 | 10.53 |
| **Junio** | 3.3766 | 21.92 | 10.34 |
| **Julio** | 3.4598 | 20.93 | 9.1 |
| **Agosto** | 4.1131 | 22.42 | 9.4 |
| **Setiembre** | 4.5343 | 25.23 | 11.95 |
| **Octubre** | 5.1475 | 26.64 | 13.56 |
| **Noviembre** | 5.0292 | 24.69 | 12.94 |
| **Diciembre** | 4.7798 | 23.46 | 11.9 |

*Tabla 3.*

*Irradiación solar del año 2025 en el caserío Monte Sinaí*

| Mes | Irradiación (kW hr/m$^2$) | Temperatura máxima (°C) | Temperatura mínima (°C) |
|---|---|---|---|
| **Enero** | 4.08 | 19.41 | 13.87 |
| **Febrero** | 4.60 | 20.38 | 14.10 |
| **Marzo** | 4.01 | 19.33 | 13.93 |
| **Abril** | 3.82 | 19.13 | 13.78 |
| **Mayo** | 3.88 | 18.97 | 13.07 |
| **Junio** | 3.05 | 17.93 | 12.11 |
| **Julio** | 4.20 | 17.47 | 11.27 |
| **Agosto** | 4.04 | 18.32 | 11.54 |
| **Setiembre** | 4.89 | 18.34 | 12.50 |

Con la finalidad de obtener un valor representativo del recurso solar disponible en el área de estudio, se integraron los registros mensuales correspondientes a los años 2024 y 2025. A partir de esta información, se determinó un promedio bianual de irradiación solar y de las principales variables térmicas, lo cual permite reducir la variabilidad interanual y establecer un parámetro técnico confiable para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

*Tabla 4.*

*Resumen bianual del recurso solar y parámetros térmicos del caserío Monte Sinaí (2024–2025)*

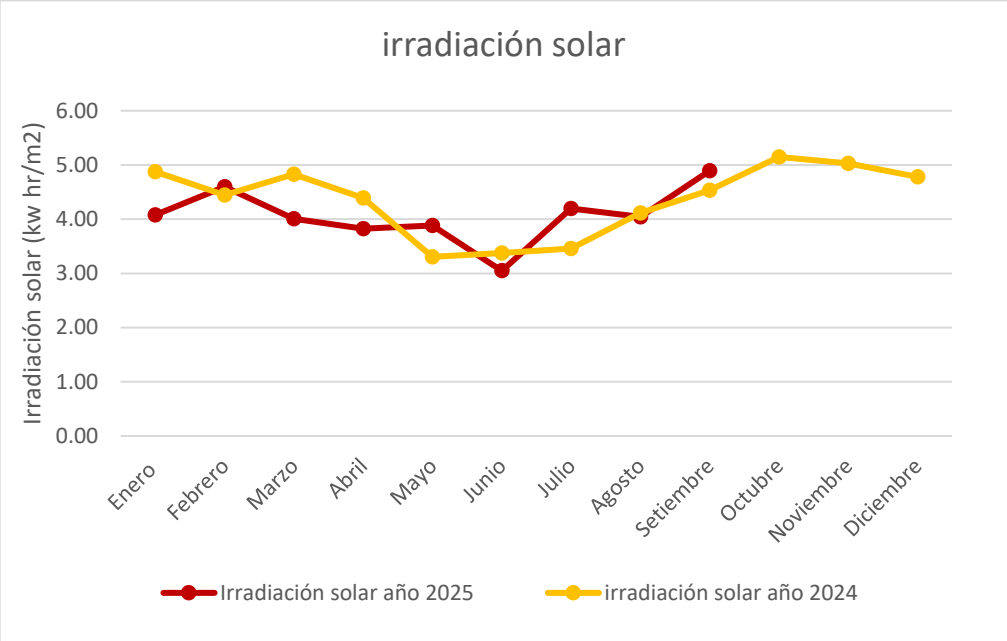
| Parámetro | Valor promedio |
|---|---|
| Irradiación solar promedio (kWh/m²·día) | **4,21** |
| Temperatura máxima promedio (°C) | **21,93** |
| Temperatura mínima promedio (°C) | **12,43** |

**Fuente**: Elaboración propia a partir de datos satelitales de la NASA (2024–2025).

Nota. Los valores presentados corresponden a promedios bianuales obtenidos a partir de los registros mensuales de irradiación solar y temperatura de los años 2024 y 2025. La información fue procesada con fines comparativos y de síntesis técnica, con el propósito de contar con parámetros representativos que sirvan de base para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico propuesto. Los datos climáticos utilizados provienen de la base satelital de la NASA.

*Figura 7.*

*Curva de la irradiación solar año 2024 y 2025 en el caserío Monte Sinaí*




El promedio de irradiación solar en el caserío Monte Sinaí, provincia de Sandia es de 4.21 kw hr/$m^2$/dia

**Grado de inclinación**

Según

$$Inclinación\ optima = (latitud * 0.69) + 3.7$$

$$Inclinación\ optima = (13.8504 * 0.69) + 3.7$$

$$Inclinación\ optima = 13.3°$$

### *4.2.2. Dimensionamiento de sistema fotovoltaico*

Se dimensiona para una potencia total de 5kW, si se considera 5 horas al dia, entonces se tiene una energía diaria total de 25 kWh/dia

**Potencia de sistema fotovoltaico requerida**

$$P_{requerida} = \frac{E_{requ.}}{HSP * \eta_{sist.}}$$

Donde:

$E_{requ.}$: $Energia\ requerida = 25\ kW\ h/dia$

$HSP$: $Hora\ solar\ pico = 5\ horas$

$\eta_{sist.}$: $Eficiencia\ del\ sistema = 0.80$

$$P_{requerida} = \frac{25}{5 * 0.75}$$

$$P_{requerida} = 6.67\ kW$$

**Numero de paneles**

Para determinar el número de paneles se utiliza la siguiente ecuación:

$$n_{paneles} = \frac{P_{requerida}}{P_{panel}}$$

Donde:

$n_{paneles}$ : $Número\ de\ paneles$

$P_{requerida}$: $Potencia\ requerida$

$P_{panel}$ $= Potencia\ del\ panel = 455\ W$

$$n_{paneles} = \frac{6670}{455}$$

$$n_{paneles} = 14.82 = 15\ paneles$$

*Tabla 5.*

*Especificaciones técnicas del panel solar*

| Características | Valor |
|---|---|
| Potencia nominal máxima | 455 W |
| Tensión | 41.5 V |
| Corriente | 10. 97 A |
| Tensión en circuito abierto | 49.8 V |
| Corriente en cortocircuito | 11.45 A |

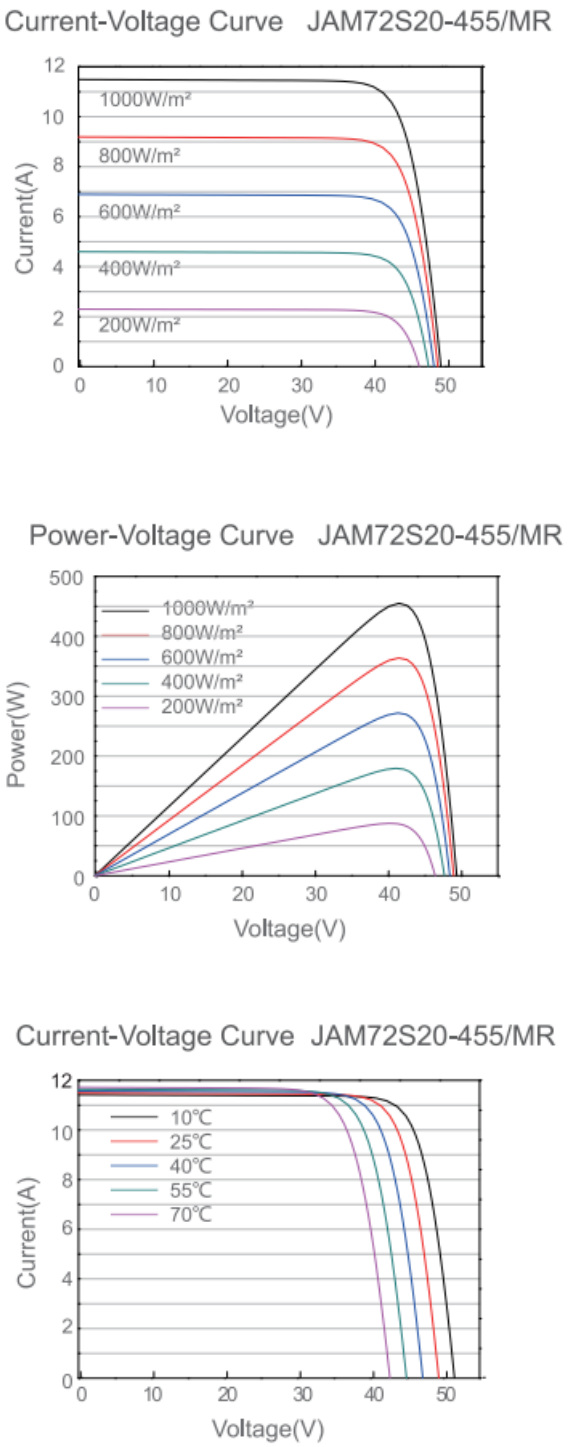
*Figura 8.*

*Vista del panel solar de 455W*



*Figura 9.*

*Curvas características del panel solar*



**Banco de baterías**

$$C_{baterias} = \frac{E_{requ.} * n_{aut}}{DoD * \eta_{bat}}$$

Donde:

$C_{baterias}$: $Capacidad\ de\ baterias$

$E_{requ.}$: $Energía\ requerida$

$n_{aut}$: $Dias\ de\ autonomia$

$DoD$: $Profundida\ de\ descarga$

$\eta_{bat}$: $Eficiencia\ de\ baterias$

$$C_{baterias} = \frac{25 * 2}{0.8 * 0.9}$$

$$C_{baterias} = 69.44\ kW\ h$$

Si el banco de baterías tiene un voltaje de 48V, entonces

$$A\ h = \frac{70000}{48}$$

$$A\ h = 1458\ Ah$$

Numero de baterías

$$n_{baterias} = \frac{C_{baterias}}{C_{nom.\ bateria}}$$

Donde:

$C_{baterias}$: $Capacidad\ del\ banco\ de\ baterias = 69.44\ kW\ h$

$C_{nom.\ bateria}$: $Capacidad\ nominal\ de\ cada\ bateria = 4.8\ kW\ h$

$$n_{baterias} = \frac{69.44}{4.8}$$

$$n_{baterias} = 14.6 = 15\ baterias$$

*Tabla 6.*

*Especificaciones técnicas de la batería de litio*

| Características | Valor |
|---|---|
| Capacidad nominal | 4800 Wh (100A) |
| Capacidad utilizable | 4560 Wh |
| Profundidad de descarga | 95% |
| Tensión nominal | 48 V |
| Peso | 40 kg |
| Dimensiones | 442mm x 420mm x 161mm |

*Figura 10.*

*Vista de la batería de litio*



**Inversor**

Potencia requerida: 5 kW

Se recomienda un inversor con las siguientes características:

Tipo: Inversor de onda senoidal pura.

Potencia nominal: 6 kW.

Tensión de entrada: 48 V DC.

Tensión de salida: 220 V AC, monofásica.

Frecuencia: 60 Hz.

Eficiencia: ≥ 90 %.

Función: Convierte la energía almacenada en las baterías (DC) en corriente alterna (AC) para consumo

*Figura 11.*

*Vista del inversor*



**Controlador**

Si: 455 * 15 = 6825 W

Entonces:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{6825}{48} = 142\ A$$

Se selecciona 2 controladores de 100 A

*Tabla 7.*

*Especificaciones técnicas del controlador*

| Características | Valor |
|---|---|
| Corriente de carga | 100 A |
| Voltaje de batería soportado: | 12V/24V/48V |
| Eficiencia de seguimiento | 99% |

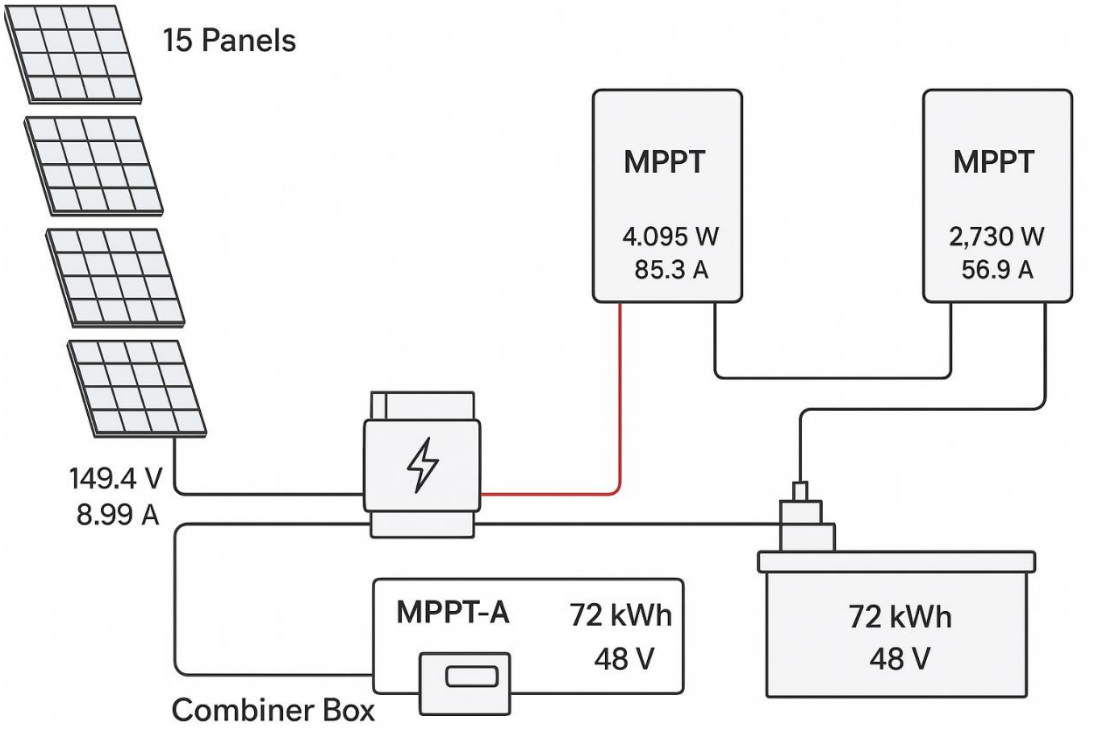
*Figura 12.*

*Vista del controlador*



*Figura 13.*

*Esquema del sistema fotovoltaico*




**Evaluación económica**

El costo total del sistema fotovoltaico, proyectado a 20 años, asciende a S/.112083,81, considerando paneles, baterías, inversor y controladores.

*Tabla 8.*

*Costo de los componentes del sistema fotovoltaico*

| Componentes | Cantidad | Costo unitario (S/.) | Costo total (S/.) |
|---|---|---|---|
| Panel solar de 455W | 15 | S/ 566.97 | S/ 8,504.55 |
| Batería Pylontech US5000 (4.8 kWh) | 15 | S/ 6,269.44 | S/ 94,041.60 |
| Inversor | 1 | S/ 4,852.84 | S/ 4,852.84 |
| Controlador | 2 | S/ 2,342.41 | S/ 4,684.82 |
| **TOTAL** | | | S/ 112,083.81 |

### 4.3. Discusión de resultados

Los resultados del estudio demuestran que el diseño del sistema fotovoltaico es técnicamente viable para satisfacer la demanda energética del caserío, considerando la disponibilidad del recurso solar y las condiciones geográficas de la zona.

Este hallazgo es consistente con lo señalado por Gilbert M. Masters (2013), quien establece que los sistemas fotovoltaicos son especialmente adecuados en zonas rurales aisladas con suficiente radiación solar. Asimismo, Antonio Luque y Steven Hegedus (2011) destacan que las regiones cercanas al ecuador presentan condiciones óptimas para la generación fotovoltaica, lo cual coincide con los resultados obtenidos en la región de Puno.

En este sentido, el dimensionamiento realizado responde adecuadamente a la demanda energética, evitando sobredimensionamientos y garantizando la confiabilidad del sistema, tal como lo recomienda Eduardo Lorenzo (2003).

# CONCLUSIONES

**PRIMERA:** Se elaboró el diseño de un sistema fotovoltaico con una potencia instalada de 5 kW, destinado a la provisión de energía eléctrica para el caserío Monte Sinaí, ubicado en la provincia de Sandia, como alternativa técnica para atender las necesidades energéticas de la población.

**SEGUNDA:** La demanda energética del caserío Monte Sinaí es de 25 kWh/día para 30 viviendas. El análisis del recurso solar (2024–2025) mediante datos satelitales de la NASA indicó una irradiación promedio de 4,21 kWh/m²/día y un ángulo de inclinación óptimo de 13,3°, condiciones favorables para el aprovechamiento de la energía solar en la zona.

**TERCERA:** En función de la demanda eléctrica calculada y del recurso solar disponible, se realizó el dimensionamiento del sistema fotovoltaico, determinándose como componentes principales 15 paneles solares de 455 W, 15 baterías de litio, un inversor de 6 kW y dos controladores de carga de 100 A, configuración que permite cubrir adecuadamente las necesidades energéticas del caserío.

**CUARTA:** Para un periodo de evaluación de 20 años, el costo total del sistema fotovoltaico se estimó en S/. 112 083,81; el análisis económico evidencia que la inversión es viable y rentable, con un periodo de recuperación aproximado entre 7 y 8 años, además de generar beneficios ambientales, lo que confirma que el sistema propuesto constituye una alternativa sostenible para la electrificación rural en zonas aisladas del país.

# RECOMENDACIONES

**PRIMERA:** Se recomienda que este tipo de proyectos se reproduzcan en otras áreas aisladas y centros poblados, donde el sistema eléctrico convencional no logra brindar un servicio continuo, a fin de mejorar el acceso a la energía eléctrica mediante fuentes renovables.

**SEGUNDA:** Se recomienda considerar el diseño de sistemas híbridos eólico–solar, con el fin de mejorar la utilización de los recursos energéticos existentes en el entorno del caserío Monte Sinaí y reducir la dependencia del subsistema de almacenamiento.

**TERCERA:** Se recomienda promover la capacitación de la población beneficiaria en aspectos técnicos, ambientales y de uso responsable de la energía, con la finalidad de garantizar un aprovechamiento eficiente de la electricidad y extender la vida útil de los equipos que integran el sistema fotovoltaico.

**CUARTA:** Se recomienda para la optimización de costo se debe realizar un adecuado dimensionamiento del sistema fotovoltaico mediante la demanda energética e implementación de estrategias de mantenimiento

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arrieta, M., Olmos, L. C., Izquierdo, J. L., & Álvarez, R. A. (2012). Diseño de prototipo de sistema solar fotovoltaico optimizando el ángulo de inclinación de los paneles solares. *Prospectiva, 10*(1), 97–107. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496250733011

Autosolar Perú. (2022). *Orientación e inclinación óptima de paneles solares en Perú*. https://autosolar.pe

Banco Mundial. (2023). *Global Solar Atlas: Mapa global de irradiancia solar*. https://globalsolaratlas.info

Bhattacharyya, S. C. (2013). *Rural electrification through decentralised off-grid systems in developing countries*. Springer.

Cárdenas, L., Rodríguez, F., & Tello, M. (2023). Optimización de controladores MPPT en sistemas solares rurales del altiplano peruano. *Revista Energía y Tecnología, 11*(2), 45–56.

Carrasco, M. H. (2023). *Dimensionamiento de sistema fotovoltaico para reducir el costo de consumo eléctrico en una vivienda del distrito de Yonán* [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo].

Carrillo, P. (2023). *Evaluación económica de sistemas fotovoltaicos rurales en el sur del Perú* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano].

Cruz, L., Paredes, F., & Mendoza, J. (2023). Monitoreo de sistemas solares fotovoltaicos mediante plataformas IoT. *Revista Energía y Desarrollo, 12*(4), 25–33.

Díaz, E. (2022). *Diseño de un sistema fotovoltaico aislado para suministro eléctrico a una vivienda unifamiliar en el caserío Nuevo Valle, distrito*

*Soritor, provincia Moyobamba–San Martín* [Tesis de licenciatura, Universidad Politécnica Amazónica].

Escalante, R., & Gómez, D. (2022). *Dimensionamiento energético en sistemas fotovoltaicos rurales*. Universidad de Piura.

Fadaeenejad, M., Radzi, M. A. M., Ab Kadir, M. Z. A., & Hizam, H. (2014). Assessment of hybrid renewable power sources for rural electrification in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 30*, 299–305. https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.10.029

García, M., & López, V. (2022). Pérdidas energéticas en instalaciones solares. *Ingeniería Energética, 8*(2), 14–22.

Gómez, R., & Vargas, M. (2021). Conversión fotovoltaica de la energía solar: Fundamentos y aplicaciones. *Revista Ingeniería Energética, 42*(3), 65–74.

Gonzales, P., & Vera, M. (2022). Evaluación técnica de inversores solares híbridos en sistemas fotovoltaicos rurales. *Revista de Energía Renovable, 18*(2), 45–58.

Gonzales, R., & Pérez, H. (2022). *Diseño y análisis de sistemas fotovoltaicos conectados a red*. Editorial Universitaria.

Hernández, D., Quispe, L., & Ramos, F. (2022). Evaluación del potencial de energía solar en zonas altoandinas del Perú. *Revista de Energías Renovables, 14*(2), 45–56.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2024). *Acceso a electricidad en zonas rurales del Perú*. INEI.

International Energy Agency. (2022). *Renewables 2022: Analysis and forecast to 2027*. IEA.

International Energy Agency. (2023). *Solar PV emission reduction report*. IEA.

International Renewable Energy Agency. (2023). *Renewable energy and rural development*. IRENA.

Kaldellis, J. K., & Zafirakis, D. (2012). The wind energy (r)evolution: A short review of a long history. *Renewable Energy, 36*(7), 1887–1901. https://doi.org/10.1016/j.renene.2011.09.002

Kerlinger, F. N., & Lee, H. B. (2002). *Investigación del comportamiento*. McGraw-Hill.

Lemaire, T. (2020). *Solar power systems: Design, performance and control*. Springer.

López, F., & Ramos, J. (2021). *Análisis comparativo de inversores solares conectados a red y autónomos* [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Madrid].

Ministerio de Energía y Minas. (s. f.). *Electrificación rural y acceso a la energía en el Perú*. MINEM.

Ministerio de Energía y Minas. (2023a). *Atlas de energía solar del Perú*. MINEM.

Ministerio de Energía y Minas. (2023b). *Guía técnica para sistemas fotovoltaicos en zonas rurales del Perú*. MINEM.

Ministerio de Energía y Minas. (2023c). *Reglamento Nacional de Instalaciones Eléctricas*. MINEM.

Ministerio de Energía y Minas. (2024). *Atlas solar del Perú*. Dirección General de Electricidad.

Muñoz, J. (2023). Diseño técnico de sistemas solares aislados. *Revista Técnica de Energías Renovables, 9*(1), 33–42.

Naciones Unidas. (2024). *Informe sobre el progreso hacia los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Energía asequible y no contaminante*. Naciones Unidas.

Newport Corporation. (2023). *Introduction to solar radiation*. https://www.newport.com/t/introduction-to-solar-radiation

Pérez, D., & Navarro, J. (2022). *Conversión de energía solar mediante inversores híbridos en sistemas fotovoltaicos* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Ingeniería].

Ramos, E., Silva, D., & Vega, J. (2022). Impactos socioambientales de proyectos de energía solar en comunidades rurales peruanas. *Revista de Sostenibilidad, 5*(3), 11–20.

Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. (2023). *Renewables global status report*. REN21.

Ríos, J. F. (2018). *Diseño de un sistema fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en el centro poblado La Algodonera, Olmos–Lambayeque* [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo].

Rodríguez, A. K., Cadena, A. I., & Aristizábal, A. J. (2015). *Diseño de sistemas de energía solar fotovoltaica para usuarios residenciales en Chía, Cundinamarca* [Tesis de licenciatura, Universidad Jorge Tadeo Lozano].

Rojas, H., Torres, L., & Valdivia, R. (2023). *Evaluación de la eficiencia energética de sistemas fotovoltaicos domésticos* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Ingeniería].

Ruiz, A., & Ortega, S. (2021). Fundamentos y aplicaciones de la energía solar fotovoltaica. *Revista de Energías Renovables, 15*(4), 23–35.

Ruiz, C., Ortega, H., & Molina, D. (2021). Optimización de sistemas fotovoltaicos mediante inversores inteligentes. *Revista Latinoamericana de Energía, 14*(3), 65–79.

Sabino, C. (2002). *El proceso de investigación*. Panapo.

Sacon, M. Y., & Vera, C. A. (2023). *Sistema solar fotovoltaico aislado para el suministro de energía eléctrica de una vivienda en la comunidad rural Mocochal, Calceta* [Tesis de licenciatura, ESPAM MFL].

Salamanca, S. (2017). Propuesta de diseño de un sistema de energía solar fotovoltaica: Caso de aplicación en la ciudad de Bogotá. *Revista Científica, 30*(3), 263–277. https://doi.org/10.14483/23448350.12213

Salazar, J. (2017). *Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para abastecimiento eficiente de energía en el ámbito rural* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Centro del Perú].

Sarmiento, J., López, D., & Ríos, P. (2020). *Evaluación de la eficiencia de celdas solares de silicio bajo diferentes condiciones de irradiancia* [Informe técnico, Universidad Nacional de Ingeniería].

Sepúlveda, S. (2014). Radiación solar: Factor clave para el diseño de sistemas fotovoltaicos. *Mundo FESC, 4*(8), 60–65. https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/50

Skoplaki, E., & Palyvos, J. A. (2009). On the temperature dependence of photovoltaic module electrical performance: A review of efficiency/power correlations. *Solar Energy, 83*(5), 614–624. https://doi.org/10.1016/j.solener.2008.10.008

Solórzano, J., Pinto, A., & Luján, M. (2023). *Manual técnico para el diseño de sistemas fotovoltaicos en zonas rurales del Perú*. Ministerio del Ambiente.

Valdiviezo, P. D. (2014). *Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a 15 computadoras portátiles en la PUCP* [Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú].

Zubi, G., Dufo-López, R., Carvalho, M., & Pasaoglu, G. (2018). The lithium-ion battery: State of the art and future perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 89*, 292–308. https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.002

# ANEXOS

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

**Anexo 1: Matriz de consistencia**

**Título de la investigación:** DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DE 5 KILOVATIOS PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL CASERÍO MONTE SINAÍ DE LA PROVINCIA DE SANDIA, 2025

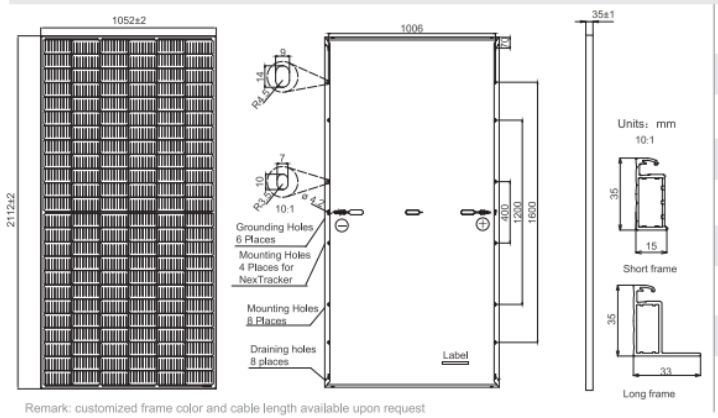
| Problemas | Objetivos | Hipótesis | Variables | Diseño metodológico |
|---|---|---|---|---|
| Problema General<br>¿Como se puede diseñar un sistema fotovoltaico para suministrar energía eléctrica al caserío Monte Sinaí de la provincia de Sandia, 2025? | Objetivo General<br>Diseñar un sistema fotovoltaico para suministrar energía eléctrica al caserío Monte Sinaí de la provincia de Sandia, 2025 | Hipótesis General<br>Si se diseña un sistema fotovoltaico entonces se suministrará energía eléctrica al caserío Monte Sinaí de la provincia de Sandia, 2025 | Variable independiente<br>- Diseño de sistema fotovoltaico<br><br>Variable dependiente:<br>- Suministro de energía eléctrica | Enfoque de investigación:<br>Cuantitativo<br><br>Tipo de investigación:<br>Aplicada<br><br>Nivel de investigación:<br>Descriptivo<br><br>Diseño de investigación:<br>No experimental<br><br>Ámbito de investigación:<br>Caserío Monte Sinaí de la Provincia de Sandia. |
| Problemas Específicos<br>P.E.1: ¿Cuánto es la demanda y radiación solar del caserío Monte Sinaí de la provincia de Sandia, 2025?<br>P.E.2: ¿Como se puede dimensionar el sistema fotovoltaico para suministrar energía eléctrica al caserío Monte Sinaí de la provincia de Sandia, 2025?<br>P.E.3: ¿Cuál es el costo del sistema fotovoltaico para suministrar energía eléctrica al caserío Monte Sinaí de la provincia de Sandia, 2025? | Objetivos Específicos<br>O.E.1: Determinar la demanda y radiación solar del caserío Monte Sinaí de la provincia de Sandia, 2025<br>O.E.2: Dimensionar el sistema fotovoltaico para suministrar energía eléctrica al caserío Monte Sinaí de la provincia de Sandia, 2025<br>O.E.3: Realizar el análisis económico del sistema fotovoltaico para suministrar energía eléctrica al caserío Monte Sinaí de la provincia de Sandia, 2025 | Hipótesis Especificas<br>H.E.1: Si se determina la demanda y radiación solar entonces se dimensionará un sistema fotovoltaico al caserío Monte Sinaí de la provincia de Sandia, 2025<br>H.E.2: Si se dimensiona el sistema fotovoltaico entonces se podrá realizar el análisis económico<br>H.E.3: Si se realiza el análisis económico entonces se podrá determinar la viabilidad del estudio | | |

## Anexo 2. Catálogos de los componentes

JA SOLAR

# JAM72S20 445-470/MR Series

### MECHANICAL DIAGRAMS




Remark: customized frame color and cable length available upon request

### SPECIFICATIONS

| | |
|---|---|
| Cell | Mono |
| Weight | 24.5kg |
| Dimensions | 2112±2mm×1052±2mm×35±1mm |
| Cable Cross Section Size | 4mm² (IEC), 12 AWG(UL) |
| No. of cells | 144 (6×24) |
| Junction Box | IP68, 3 diodes |
| Connector | MC4-EVO2/ QC 4.10-35 |
| Cable Length (Including Connector) | Portrait: 300mm(+)/400mm(-); Landscape: 1200mm(+)/1200mm(-) |
| Packaging Configuration | 31pcs/pallet 682pcs/40ft Container |

### ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

| TYPE | JAM72S20 -445/MR | JAM72S20 -450/MR | JAM72S20 -455/MR | JAM72S20 -460/MR | JAM72S20 -465/MR | JAM72S20 -470/MR |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rated Maximum Power(Pmax) [W] | 445 | 450 | 455 | 460 | 465 | 470 |
| Open Circuit Voltage(Voc) [V] | 49.56 | 49.70 | 49.85 | 50.01 | 50.15 | 50.31 |
| Maximum Power Voltage(Vmp) [V] | 41.21 | 41.52 | 41.82 | 42.13 | 42.43 | 42.69 |
| Short Circuit Current(Isc) [A] | 11.32 | 11.36 | 11.41 | 11.45 | 11.49 | 11.53 |
| Maximum Power Current(Imp) [A] | 10.80 | 10.84 | 10.88 | 10.92 | 10.96 | 11.01 |
| Module Efficiency [%] | 20.0 | 20.3 | 20.5 | 20.7 | 20.9 | 21.2 |
| Power Tolerance | 0~+5W | | | | | |
| Temperature Coefficient of Isc(α_Isc) | +0.044%/°C | | | | | |
| Temperature Coefficient of Voc(β_Voc) | -0.272%/°C | | | | | |
| Temperature Coefficient of Pmax(γ_Pmp) | -0.350%/°C | | | | | |
| STC | Irradiance 1000W/m², cell temperature 25°C, AM1.5G | | | | | |

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer.They only serve for comparison among different module types.

### ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

| TYPE | JAM72S20 -445/MR | JAM72S20 -450/MR | JAM72S20 -455/MR | JAM72S20 -460/MR | JAM72S20 -465/MR | JAM72S20 -470/MR |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rated Max Power(Pmax) [W] | 336 | 340 | 344 | 348 | 352 | 355 |
| Open Circuit Voltage(Voc) [V] | 46.65 | 46.90 | 47.15 | 47.38 | 47.61 | 47.84 |
| Max Power Voltage(Vmp) [V] | 38.95 | 39.19 | 39.44 | 39.68 | 39.90 | 40.10 |
| Short Circuit Current(Isc) [A] | 9.20 | 9.25 | 9.29 | 9.33 | 9.38 | 9.42 |
| Max Power Current(Imp) [A] | 8.64 | 8.68 | 8.72 | 8.76 | 8.81 | 8.86 |
| NOCT | Irradiance 800W/m², ambient temperature 20°C,wind speed 1m/s, AM1.5G | | | | | |

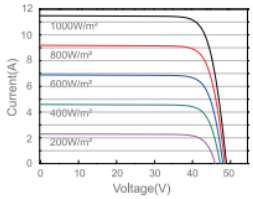
*For NexTracker installations ,Maximum Static Load, Front is 1800Pa while Maximum Static Load, Back is 1800Pa.

### OPERATING CONDITIONS

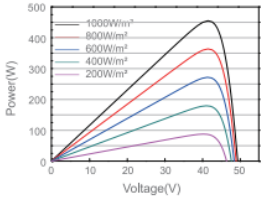
| | |
|---|---|
| Maximum System Voltage | 1000V/1500V DC |
| Operating Temperature | -40°C~+85°C |
| Maximum Series Fuse Rating | 20A |
| Maximum Static Load,Front* Maximum Static Load,Back* | 5400Pa(112 lb/ft²) 2400Pa(50 lb/ft²) |
| NOCT | 45±2°C |
| Safety Class | Class II |
| Fire Performance | UL Type 1 |

### CHARACTERISTICS

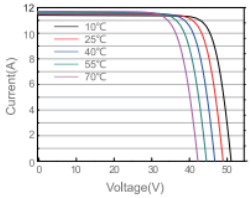
Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR




Power-Voltage Curve JAM72S20-455/MR




Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR




**Premium Cells, Premium Modules** Version No. : Global_EN_20220511A

Especificaciones técnicas de la batería de litio

## SPECIFICATION




| Module | US5000 | US5000-B |
|---|---|---|
| **Basic Parameters** | | |
| Nominal Voltage (Vdc) | 48 | 48 |
| Nominal Capacity(Wh) | 4800 | 4800 |
| Depth of discharge (%) | 95 | 95 |
| Usable Capacity(Wh) | 4560 | 4560 |
| Dimension(mm) | 442*420*161 | 442*420*161 |
| Weight (Kg) | 38 | 39 |
| Discharge Voltage (V) | 44.5 ~ 53.5 | 44.5 ~ 53.5 |
| Charge Voltage (V) | 52.5 ~ 53.5 | 52.5 ~ 53.5 |
| Charge/Discharge Current (A) Recommend | 75 | 75 |
| Charge/Discharge Current(A) Max. | 120@15min | 120@15min |
| Charge/Discharge Current (A) 2 Peak 2 | 200@15sec | 200@15sec |
| Communication | RS485, CAN | RS485, CAN |
| Configuration (max. in 1 battery group) | 16pcs | 16pcs |
| Working Temperature Charge | 0℃~55℃ | 0℃~55℃ |
| Working Temperature Discharge | -10℃~55℃ | -10℃~55℃ |
| Shelf Temperature | -20℃~60℃ | -20℃~60℃ |
| Short current/duration time | <4000A/2ms | <4000A/2ms |
| Cooling type | Natural | Natural |
| Breaker | No | Yes |
| IP rating of enclosure | IP20 | IP20 |
| Humidity | 5% ~ 95%(RH) No Condensation | 5% ~ 95%(RH) No Condensation |
| Altitude(M) | <4000 | <4000 |
| Certification | IEC / CE / UN38.3/UL | IEC / CE / UN38.3/UL |
| Design life | 15+ Years (25℃/77℉) | 15+ Years (25℃/77℉) |
| Cycle Life | >6,000 25℃ | >6,000 25℃ |
| Reference to standards) | IEC62619, IEC63056,CE, UN38.3,UL1973, UKCA | IEC62619, IEC63056,CE, UN38.3,UL1973, UKCA,CEC |

Especificaciones técnicas del inversor

**Specification**

| MODEL | | PV30-1KW VHM | | PV30-1.5KW VHM | | PV30-2KW VHM | | PV30-3KW VHM | | PV30-4KW VHM | | PV30-5KW VHM | PV30-6KW VHM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nominal Battery System Voltage | | 12VDC | 24VDC | 12VDC | 24VDC | 12VDC | 24VDC | 24VDC | 48VDC | 24VDC | 48VDC | 48VDC | 48VDC |
| INVERTER OUTPUT | Rated Power | 1 KW | | 1.5 KW | | 2 KW | | 3 KW | | 4 KW | | 5 KW | 6 KW |
| | Surge Rating | 3000VA | | 4500VA | | 6000VA | | 9000VA | | 12000VA | | 15000VA | 18000VA |
| | Capable Of Starting Electric Motor | 1HP | | 1HP | | 1HP | | 2HP | | | | 3HP | |
| | Waveform | Pure sine wave \ same as input (bypass mode) | | | | | | | | | | | |
| | Nominal Output Voltage RMS | 220V \ 230V \ 240VAC (±10% RMS) | | | | | | | | | | | |
| | Output Frequency | 50Hz \ 60Hz ±0.3Hz | | | | | | | | | | | |
| | Inverter Efficiency (Peak) | >88% | | | | | | | | | | | |
| | Line Mode Efficiency | >95% | | | | | | | | | | | |
| | Power Factor | 1.0 | | | | | | | | | | | |
| | Typical Transfer Time | 10ms(max) | | | | | | | | | | | |
| AC INPUT | Voltage | 230VAC | | | | | | | | | | | |
| | Selectable Voltage Range | 96~132VAC 155~280VAC(For personal computers) | | | | | | | | | | | |
| | Frequency Range | 50Hz \ 60Hz(Auto sensing) 40~80Hz | | | | | | | | | | | |
| BATTERY | Minimum Start Voltage | (10V \ 10.5V \ 11V )+0.5V for 12VDC mode (*2 for 24VDC, *4 for 48VDC) | | | | | | | | | | | |
| | Low Battery Alarm | (10V \ 10.5V \ 11V )+0.5V for 12VDC mode (*2 for 24VDC, *4 for 48VDC) | | | | | | | | | | | |
| | Low Battery Cut Off | 10V \ 10.5V \ 11V for 12VDC mode (*2 for 24VDC, *4 for 48VDC) | | | | | | | | | | | |
| | High Voltage Alarm | (13.8-14.5V)+1V for 12VDC mode (*2 for 24VDC, *4 for 48VDC) | | | | | | | | | | | |
| | High Battery Voltage Recover | (13.8-14.5V)+0.5V for 12VDC mode (*2 for 24VDC, *4 for 48VDC) | | | | | | | | | | | |
| | Idle Consumption-Search Mode | Load ≤50±20W(120V)\100±20W(220V) | | | | | | | | | | | |
| CHARGER | Output Voltage | Depends on battery type | | | | | | | | | | | |
| | Charge AC Input Breaker Rating 230V | 1-1.5K\10A | | | | 2-3K\30A | | | | 4-6K\40A | | | |
| | Overcharge Protection S.D. | 15.7VDC for 12VDC mode (*2 for 24VDC mode, *4 for 48VDC mode) | | | | | | | | | | | |
| | Maximum Charge Current | 30A | 20A | 45A | 25A | 60A | 30A | 40A | 20A | 60A | 30A | 35A | 40A |
| BYPASS & PROTECTION | Input Voltage Waveform | Sine wave (grid or generator) | | | | | | | | | | | |
| | Nominal Input Frequency | 50Hz or 60Hz | | | | | | | | | | | |
| | Overload Protection (SMPS Load) | Circuit breaker | | | | | | | | | | | |
| | Output Short Circuit Protection | Circuit breaker | | | | | | | | | | | |
| | Bypass Breaker Rating 230V | 1-3K\30A | | | | | | | | 4-6K\40A | | | |
| | Max Bypass Current | 30Amp | | | | | | | | | | | |
| SOLAR CHARGER | Maximum PV Array Power | 1250W | 2500W | 1250W | 2500W | 1250W | 2500W | 2500W | 5000W | 2500W | 5000W | 5000W | 5000W |
| | Maximum PV Charge Current | 80A±4A | | | | | | | | | | | |
| | DC Voltage | 12V \ 24V auto work | | | | | | | | 24V \ 48V auto work | | | |
| | MPPT Range @ Operating Voltage | 16~100VDC @ 12V/32~145VDC @ 24V | | | | | | | | 32~145VDC @ 24V/64~145VDC @ 48V | | | |
| | Maximum PV Array Open Circuit Voltage | 145VDC | | | | | | | | | | | |
| | Standby Power Consumption | <2W | | | | | | | | | | | |
| MECHANICAL SPECIFICATIONS | Mounting | Wall Mount | | | | | | | | | | | |
| | Dimensions (W*H*D) | 423*247*197mm | | | | | | | | 597*247*197mm | | | |
| | Net Weight (Solar CHG)(kg) | 17.2 | | 17.7 | | 21.8 | 20.7 | 25.2 | 25.5 | 38.9 | 36.5 | 45.7 | 45.7 |
| | Shipping Dimensions (W*H*D) | 585*387*322mm | | | | | | | | 758*387*322mm | | | |
| | Shipping Weight (Solar CHG)(kg) | 20 | | 20.7 | | 24.8 | 23.5 | 28.2 | 28.2 | 43 | 40.7 | 50 | 50 |
| OTHER | Operation Temperature Range | 0℃ to 40℃ | | | | | | | | | | | |
| | Storage Temperature | -15℃ to 60℃ | | | | | | | | | | | |
| | Audible Noise | 60dB MAX | | | | | | | | | | | |
| | Display | LED+LCD | | | | | | | | | | | |
| | Standard Warranty | 1 year | | | | | | | | | | | |

**Anexo 3: Vistas del caserío Monte Sinaí**





**Anexo 4. Reporte de parámetros de la NASA**

Fecha: 01-01-2025 a 30-09-2025

Ubicación: Latitud 13.84; Longitud: 69.31

| AÑO | MES | DIA | IRRADIACION (kW-hr/m^2/dia) | Temperatura maxima (°C) | Temperatura minima (°C) | Presion atmosferica (kPa) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2025 | 1 | 1 | 5.0124 | 21.87 | 14.86 | 79.5 |
| 2025 | 1 | 2 | 6.4205 | 21.64 | 14.16 | 79.54 |
| 2025 | 1 | 3 | 5.0683 | 20.91 | 13.72 | 79.56 |
| 2025 | 1 | 4 | 3.8875 | 19.08 | 14.64 | 79.47 |
| 2025 | 1 | 5 | 1.4302 | 17.39 | 13.87 | 79.54 |
| 2025 | 1 | 6 | 1.4258 | 17.76 | 13.57 | 79.51 |
| 2025 | 1 | 7 | 4.0169 | 19.33 | 13.48 | 79.44 |
| 2025 | 1 | 8 | 2.4432 | 18.8 | 14.4 | 79.44 |
| 2025 | 1 | 9 | 1.2727 | 18.02 | 14.53 | 79.29 |
| 2025 | 1 | 10 | 2.8536 | 17.59 | 14.03 | 79.35 |
| 2025 | 1 | 11 | 4.7141 | 17.87 | 14.32 | 79.37 |
| 2025 | 1 | 12 | 1.5178 | 17.88 | 14.64 | 79.44 |
| 2025 | 1 | 13 | 3.0694 | 19.99 | 14.48 | 79.36 |
| 2025 | 1 | 14 | 2.6947 | 19.77 | 14.02 | 79.32 |
| 2025 | 1 | 15 | 4.3421 | 18.58 | 14.13 | 79.35 |
| 2025 | 1 | 16 | 2.7842 | 17.64 | 14.15 | 79.48 |
| 2025 | 1 | 17 | 6.8186 | 18.23 | 13.22 | 79.63 |
| 2025 | 1 | 18 | 7.134 | 20.25 | 13.05 | 79.66 |
| 2025 | 1 | 19 | 3.7344 | 20.73 | 13.31 | 79.54 |
| 2025 | 1 | 20 | 1.0255 | 19.64 | 14.8 | 79.51 |
| 2025 | 1 | 21 | 3.7531 | 19.04 | 13.84 | 79.47 |
| 2025 | 1 | 22 | 3.7034 | 20.02 | 13.22 | 79.55 |
| 2025 | 1 | 23 | 3.3156 | 17.2 | 13.19 | 79.65 |
| 2025 | 1 | 24 | 4.9968 | 20.03 | 12.17 | 79.63 |
| 2025 | 1 | 25 | 5.7607 | 20.39 | 12.43 | 79.73 |
| 2025 | 1 | 26 | 4.9447 | 19.14 | 14 | 79.74 |
| 2025 | 1 | 27 | 6.2947 | 20.84 | 12.99 | 79.6 |
| 2025 | 1 | 28 | 6.2635 | 21.46 | 13.63 | 79.65 |
| 2025 | 1 | 29 | 6.9617 | 20.98 | 14.76 | 79.66 |
| 2025 | 1 | 30 | 1.8156 | 18.55 | 13.94 | 79.68 |
| 2025 | 1 | 31 | 6.881 | 21.23 | 14.37 | 79.52 |
| 2025 | 2 | 1 | 5.7768 | 22.25 | 13.5 | 79.44 |
| 2025 | 2 | 2 | 4.7131 | 21.09 | 15.41 | 79.37 |
| 2025 | 2 | 3 | 4.9075 | 20.6 | 13.43 | 79.35 |
| 2025 | 2 | 4 | 5.1564 | 21.14 | 13.64 | 79.45 |
| 2025 | 2 | 5 | 6.0286 | 21.24 | 14.43 | 79.46 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2025 | 2 | 6 | 5.9971 | 20.83 | 14.14 | 79.47 |
| 2025 | 2 | 7 | 5.6621 | 20.06 | 14.72 | 79.57 |
| 2025 | 2 | 8 | 3.8052 | 20.33 | 14.03 | 79.59 |
| 2025 | 2 | 9 | 4.1323 | 19.62 | 13.18 | 79.68 |
| 2025 | 2 | 10 | 5.0587 | 21.01 | 13.17 | 79.58 |
| 2025 | 2 | 11 | 5.9736 | 21.28 | 13.89 | 79.3 |
| 2025 | 2 | 12 | 4.1683 | 21.1 | 13.54 | 79.4 |
| 2025 | 2 | 13 | 5.3074 | 19.9 | 13.86 | 79.6 |
| 2025 | 2 | 14 | 4.6195 | 20.56 | 13.91 | 79.48 |
| 2025 | 2 | 15 | 2.0666 | 17.95 | 14.13 | 79.31 |
| 2025 | 2 | 16 | 1.2367 | 17.78 | 13.77 | 79.39 |
| 2025 | 2 | 17 | 5.1458 | 20.56 | 13.61 | 79.47 |
| 2025 | 2 | 18 | 2.7655 | 19.42 | 14.36 | 79.56 |
| 2025 | 2 | 19 | 4.3373 | 18.85 | 13.61 | 79.58 |
| 2025 | 2 | 20 | 3.1872 | 19.82 | 13.15 | 79.6 |
| 2025 | 2 | 21 | 4.871 | 19.38 | 15.16 | 79.69 |
| 2025 | 2 | 22 | 2.9501 | 20.01 | 15.21 | 79.8 |
| 2025 | 2 | 23 | 6.1296 | 21.68 | 14 | 79.73 |
| 2025 | 2 | 24 | 6.7387 | 21.67 | 13.94 | 79.68 |
| 2025 | 2 | 25 | 6.9622 | 20.57 | 15.14 | 79.63 |
| 2025 | 2 | 26 | 4.7306 | 21.21 | 15.33 | 79.65 |
| 2025 | 2 | 27 | 4.4846 | 21.93 | 14.7 | 79.51 |
| 2025 | 2 | 28 | 1.7573 | 18.83 | 13.97 | 79.48 |
| 2025 | 3 | 1 | 2.2334 | 18.24 | 13.62 | 79.5 |
| 2025 | 3 | 2 | 4.5485 | 20.01 | 13.1 | 79.57 |
| 2025 | 3 | 3 | 4.933 | 17.88 | 12.9 | 79.61 |
| 2025 | 3 | 4 | 3.1186 | 19.64 | 12.99 | 79.54 |
| 2025 | 3 | 5 | 4.6747 | 20.36 | 13.89 | 79.47 |
| 2025 | 3 | 6 | 2.1641 | 20.68 | 13.69 | 79.54 |
| 2025 | 3 | 7 | 3.7171 | 19.95 | 13.04 | 79.61 |
| 2025 | 3 | 8 | 4.6159 | 20.11 | 13.86 | 79.61 |
| 2025 | 3 | 9 | 4.3445 | 17.47 | 13.99 | 79.67 |
| 2025 | 3 | 10 | 1.8463 | 19.34 | 12.84 | 79.67 |
| 2025 | 3 | 11 | 5.2529 | 19.72 | 13.15 | 79.63 |
| 2025 | 3 | 12 | 3.3444 | 17.39 | 13.53 | 79.76 |
| 2025 | 3 | 13 | 2.5512 | 18.28 | 13.17 | 79.76 |
| 2025 | 3 | 14 | 4.0392 | 17.61 | 12.81 | 79.69 |
| 2025 | 3 | 15 | 5.9366 | 20.14 | 12.81 | 79.69 |
| 2025 | 3 | 16 | 3.4217 | 20.01 | 13.87 | 79.83 |
| 2025 | 3 | 17 | 4.9308 | 19.77 | 13.67 | 79.89 |
| 2025 | 3 | 18 | 4.5497 | 19.88 | 14.17 | 79.72 |
| 2025 | 3 | 19 | 4.4057 | 18.04 | 13.58 | 79.72 |
| 2025 | 3 | 20 | 5.8682 | 21.01 | 13.58 | 79.77 |
| 2025 | 3 | 21 | 6.0833 | 20.85 | 14.72 | 79.71 |
| 2025 | 3 | 22 | 5.2997 | 21.58 | 13.9 | 79.59 |
| 2025 | 3 | 23 | 5.0628 | 19.16 | 15.72 | 79.47 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2025 | 3 | 24 | 4.091 | 20.11 | 15.66 | 79.47 |
| 2025 | 3 | 25 | 4.0774 | 18.7 | 15.04 | 79.57 |
| 2025 | 3 | 26 | 4.4052 | 19.86 | 14.21 | 79.61 |
| 2025 | 3 | 27 | 4.1018 | 20.83 | 14.96 | 79.52 |
| 2025 | 3 | 28 | 3.3374 | 19.41 | 15.06 | 79.42 |
| 2025 | 3 | 29 | 2.9702 | 18.38 | 15.15 | 79.43 |
| 2025 | 3 | 30 | 3.731 | 17.68 | 14.41 | 79.38 |
| 2025 | 3 | 31 | 0.6463 | 17.07 | 14.87 | 79.47 |
| 2025 | 4 | 1 | 3.7452 | 17.12 | 13.81 | 79.64 |
| 2025 | 4 | 2 | 3.7207 | 17.99 | 13.11 | 79.66 |
| 2025 | 4 | 3 | 4.854 | 20.52 | 12.66 | 79.68 |
| 2025 | 4 | 4 | 4.2427 | 19.98 | 13.64 | 79.87 |
| 2025 | 4 | 5 | 4.8797 | 18.09 | 12.35 | 79.93 |
| 2025 | 4 | 6 | 3.6386 | 19.98 | 11.72 | 79.79 |
| 2025 | 4 | 7 | 5.9227 | 20 | 12.89 | 79.65 |
| 2025 | 4 | 8 | 3.8316 | 19.92 | 13.26 | 79.7 |
| 2025 | 4 | 9 | 3.3014 | 18.97 | 13.92 | 79.79 |
| 2025 | 4 | 10 | 4.7093 | 20.07 | 13.96 | 79.63 |
| 2025 | 4 | 11 | 3.1814 | 17.42 | 13.73 | 79.49 |
| 2025 | 4 | 12 | 1.8456 | 18.11 | 13.06 | 79.44 |
| 2025 | 4 | 13 | 4.4069 | 18.84 | 13.58 | 79.51 |
| 2025 | 4 | 14 | 3.1037 | 16.83 | 14.17 | 79.62 |
| 2025 | 4 | 15 | 4.1515 | 19.73 | 14.14 | 79.49 |
| 2025 | 4 | 16 | 3.0113 | 19.75 | 15.08 | 79.46 |
| 2025 | 4 | 17 | 3.576 | 20.68 | 14.62 | 79.56 |
| 2025 | 4 | 18 | 4.5835 | 21.27 | 14.23 | 79.58 |
| 2025 | 4 | 19 | 5.245 | 19.88 | 14.36 | 79.7 |
| 2025 | 4 | 20 | 1.3202 | 18.25 | 14.53 | 79.68 |
| 2025 | 4 | 21 | 5.058 | 20.8 | 15.03 | 79.5 |
| 2025 | 4 | 22 | 4.3723 | 17.53 | 14.01 | 79.48 |
| 2025 | 4 | 23 | 3.4603 | 18.47 | 13.04 | 79.49 |
| 2025 | 4 | 24 | 3.6521 | 19.55 | 14.1 | 79.41 |
| 2025 | 4 | 25 | 4.23 | 18.87 | 15.13 | 79.35 |
| 2025 | 4 | 26 | 3.9022 | 19.56 | 14.6 | 79.39 |
| 2025 | 4 | 27 | 4.4141 | 18.84 | 13.9 | 79.53 |
| 2025 | 4 | 28 | 2.2553 | 17.62 | 14.25 | 79.71 |
| 2025 | 4 | 29 | 2.8718 | 19.52 | 13.36 | 79.61 |
| 2025 | 4 | 30 | 3.2376 | 19.65 | 13.09 | 79.61 |
| 2025 | 5 | 1 | 5.1161 | 20.21 | 13.16 | 79.6 |
| 2025 | 5 | 2 | 4.7947 | 20.27 | 13.11 | 79.63 |
| 2025 | 5 | 3 | 3.1778 | 18.36 | 14.22 | 79.74 |
| 2025 | 5 | 4 | 4.1736 | 18.15 | 13.15 | 79.72 |
| 2025 | 5 | 5 | 4.439 | 19.6 | 13.14 | 79.72 |
| 2025 | 5 | 6 | 4.9543 | 20.22 | 13.94 | 79.63 |
| 2025 | 5 | 7 | 4.5082 | 19.16 | 13.62 | 79.55 |
| 2025 | 5 | 8 | 3.8357 | 18.91 | 14.41 | 79.57 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2025 | 5 | 9 | 3.2242 | 18.64 | 13.8 | 79.64 |
| 2025 | 5 | 10 | 3.0787 | 20.11 | 12.76 | 79.97 |
| 2025 | 5 | 11 | 4.733 | 19.58 | 12.68 | 80 |
| 2025 | 5 | 12 | 5.2963 | 19.84 | 12.92 | 79.86 |
| 2025 | 5 | 13 | 5.201 | 20.09 | 13.86 | 79.76 |
| 2025 | 5 | 14 | 5.2306 | 19.68 | 13.86 | 79.74 |
| 2025 | 5 | 15 | 5.3782 | 20.28 | 13.77 | 79.75 |
| 2025 | 5 | 16 | 5.3354 | 19.15 | 11.9 | 79.65 |
| 2025 | 5 | 17 | 4.2756 | 19.51 | 12.02 | 79.61 |
| 2025 | 5 | 18 | 2.4583 | 19.21 | 13.53 | 79.59 |
| 2025 | 5 | 19 | 2.2183 | 18.42 | 13.76 | 79.71 |
| 2025 | 5 | 20 | 3.3866 | 19.34 | 14.31 | 79.77 |
| 2025 | 5 | 21 | 3.4709 | 18.4 | 13.41 | 79.8 |
| 2025 | 5 | 22 | 3.7565 | 18.9 | 13.01 | 79.77 |
| 2025 | 5 | 23 | 2.8214 | 18.26 | 12.01 | 79.82 |
| 2025 | 5 | 24 | 3.0444 | 19.85 | 13.09 | 79.74 |
| 2025 | 5 | 25 | 1.95 | 17.23 | 13.91 | 79.76 |
| 2025 | 5 | 26 | 3.8429 | 18.67 | 12.29 | 79.68 |
| 2025 | 5 | 27 | 3.683 | 17.33 | 13.33 | 79.67 |
| 2025 | 5 | 28 | 3.4075 | 19.21 | 12.96 | 79.91 |
| 2025 | 5 | 29 | 2.5034 | 15.83 | 11.38 | 80 |
| 2025 | 5 | 30 | 2.8243 | 17.13 | 11.47 | 79.82 |
| 2025 | 5 | 31 | 4.2689 | 18.51 | 10.46 | 79.78 |
| 2025 | 6 | 1 | 2.7528 | 16.83 | 10.82 | 79.92 |
| 2025 | 6 | 2 | 4.6721 | 17.99 | 11.09 | 79.85 |
| 2025 | 6 | 3 | 5.1638 | 19.34 | 11.8 | 79.73 |
| 2025 | 6 | 4 | 5.1734 | 19.47 | 12.73 | 79.63 |
| 2025 | 6 | 5 | 4.9442 | 19.09 | 13.28 | 79.76 |
| 2025 | 6 | 6 | 4.0608 | 18.27 | 13.03 | 79.83 |
| 2025 | 6 | 7 | 3.4457 | 19.62 | 12.27 | 79.67 |
| 2025 | 6 | 8 | 2.9378 | 19.34 | 13.76 | 79.61 |
| 2025 | 6 | 9 | 1.9949 | 17.05 | 13.06 | 79.71 |
| 2025 | 6 | 10 | 2.1346 | 15.19 | 11.87 | 79.78 |
| 2025 | 6 | 11 | 2.1262 | 16.39 | 11.41 | 79.78 |
| 2025 | 6 | 12 | 3.1646 | 17.78 | 9.8 | 79.6 |
| 2025 | 6 | 13 | 2.6177 | 18.21 | 11.75 | 79.48 |
| 2025 | 6 | 14 | 2.7403 | 18.85 | 11.72 | 79.63 |
| 2025 | 6 | 15 | 2.509 | 16.44 | 12.52 | 79.78 |
| 2025 | 6 | 16 | 2.1552 | 17.97 | 12.48 | 79.75 |
| 2025 | 6 | 17 | 4.0966 | 17.82 | 12.53 | 79.77 |
| 2025 | 6 | 18 | 3.787 | 18.39 | 13 | 79.79 |
| 2025 | 6 | 19 | 3.8659 | 19.49 | 12.92 | 79.85 |
| 2025 | 6 | 20 | 1.5809 | 17.8 | 13.45 | 79.81 |
| 2025 | 6 | 21 | 2.4406 | 19.06 | 12.01 | 79.62 |
| 2025 | 6 | 22 | 2.4324 | 19.93 | 12.69 | 79.39 |
| 2025 | 6 | 23 | 2.5697 | 19.75 | 13.16 | 79.47 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2025 | 6 | 24 | 1.8377 | 14.55 | 10.78 | 79.67 |
| 2025 | 6 | 25 | 2.1372 | 16.83 | 10.13 | 79.5 |
| 2025 | 6 | 26 | 3.7706 | 17.53 | 11.38 | 79.66 |
| 2025 | 6 | 27 | 2.7022 | 16.4 | 12.25 | 79.75 |
| 2025 | 6 | 28 | 3.42 | 18.81 | 11.62 | 79.74 |
| 2025 | 6 | 29 | 2.5939 | 18.7 | 13.7 | 79.75 |
| 2025 | 6 | 30 | 1.5962 | 15.03 | 10.39 | 79.89 |
| 2025 | 7 | 1 | 2.4041 | 15.48 | 9.62 | 79.91 |
| 2025 | 7 | 2 | 2.2618 | 14.82 | 9.51 | 80.05 |
| 2025 | 7 | 3 | 3.6977 | 15.8 | 9.06 | 80.13 |
| 2025 | 7 | 4 | 5.537 | 17.05 | 10.45 | 80.02 |
| 2025 | 7 | 5 | 5.423 | 17.74 | 10.94 | 79.96 |
| 2025 | 7 | 6 | 5.141 | 17.28 | 10.83 | 79.87 |
| 2025 | 7 | 7 | 5.2582 | 17.2 | 10.33 | 79.87 |
| 2025 | 7 | 8 | 5.1103 | 17.17 | 9.76 | 79.97 |
| 2025 | 7 | 9 | 5.1919 | 17.28 | 11.64 | 79.9 |
| 2025 | 7 | 10 | 4.8 | 17.23 | 11.01 | 79.9 |
| 2025 | 7 | 11 | 4.7597 | 16.44 | 11.28 | 79.98 |
| 2025 | 7 | 12 | 4.1998 | 16.32 | 10.82 | 79.96 |
| 2025 | 7 | 13 | 4.4066 | 17.19 | 11.58 | 79.94 |
| 2025 | 7 | 14 | 4.5979 | 17.01 | 11.52 | 79.97 |
| 2025 | 7 | 15 | 4.1825 | 18.04 | 11.97 | 79.8 |
| 2025 | 7 | 16 | 4.2828 | 19.46 | 10.92 | 79.66 |
| 2025 | 7 | 17 | 2.442 | 15.43 | 11.11 | 79.94 |
| 2025 | 7 | 18 | 2.8889 | 16 | 10.92 | 79.95 |
| 2025 | 7 | 19 | 4.6097 | 17.52 | 11.29 | 79.89 |
| 2025 | 7 | 20 | 5.1432 | 18.14 | 11.03 | 79.84 |
| 2025 | 7 | 21 | 5.1691 | 19.86 | 11.74 | 79.72 |
| 2025 | 7 | 22 | 4.3536 | 19.51 | 12.29 | 79.73 |
| 2025 | 7 | 23 | 3.9554 | 18.33 | 12.47 | 79.84 |
| 2025 | 7 | 24 | 4.1614 | 18.7 | 11.97 | 79.75 |
| 2025 | 7 | 25 | 4.271 | 20.15 | 12.1 | 79.57 |
| 2025 | 7 | 26 | 3.9499 | 18.71 | 12.09 | 79.57 |
| 2025 | 7 | 27 | 4.6562 | 19.69 | 12.9 | 79.64 |
| 2025 | 7 | 28 | 4.3704 | 20.14 | 13.15 | 79.83 |
| 2025 | 7 | 29 | 2.3683 | 13.96 | 11.93 | 79.88 |
| 2025 | 7 | 30 | 2.598 | 15.45 | 11.17 | 79.79 |
| 2025 | 7 | 31 | 3.8558 | 18.45 | 11.86 | 79.73 |
| 2025 | 8 | 1 | 3.5074 | 20.27 | 12.15 | 79.82 |
| 2025 | 8 | 2 | 2.9438 | 17.12 | 12.02 | 79.84 |
| 2025 | 8 | 3 | 3.8777 | 20.16 | 11.73 | 79.71 |
| 2025 | 8 | 4 | 3.9158 | 18.93 | 12.93 | 79.82 |
| 2025 | 8 | 5 | 4.5682 | 18.39 | 12.09 | 80.02 |
| 2025 | 8 | 6 | 4.3418 | 17.8 | 11.5 | 79.9 |
| 2025 | 8 | 7 | 4.4753 | 19.57 | 12.02 | 79.67 |
| 2025 | 8 | 8 | 1.7345 | 17.15 | 10.87 | 79.74 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2025 | 8 | 9 | 2.0906 | 15.34 | 10.33 | 79.82 |
| 2025 | 8 | 10 | 3.0266 | 16.69 | 9.86 | 79.84 |
| 2025 | 8 | 11 | 0 | 17.14 | 9.85 | 79.83 |
| 2025 | 8 | 12 | 4.5581 | 18.3 | 10.48 | 79.67 |
| 2025 | 8 | 13 | 2.7468 | 18.65 | 11.7 | 79.67 |
| 2025 | 8 | 14 | 5.011 | 18.57 | 10.57 | 79.89 |
| 2025 | 8 | 15 | 4.1671 | 15.82 | 11.14 | 79.92 |
| 2025 | 8 | 16 | 4.8228 | 18.47 | 11.21 | 79.75 |
| 2025 | 8 | 17 | 5.495 | 19.1 | 11.51 | 79.72 |
| 2025 | 8 | 18 | 4.3361 | 19.71 | 12.51 | 79.7 |
| 2025 | 8 | 19 | 5.0443 | 20.36 | 12.42 | 79.58 |
| 2025 | 8 | 20 | 4.2986 | 20.01 | 13.02 | 79.58 |
| 2025 | 8 | 21 | 4.7796 | 20.27 | 12.46 | 79.56 |
| 2025 | 8 | 22 | 4.9152 | 19.73 | 13.47 | 79.56 |
| 2025 | 8 | 23 | 3.235 | 19.02 | 13.41 | 79.64 |
| 2025 | 8 | 24 | 1.6942 | 14.69 | 12.05 | 79.71 |
| 2025 | 8 | 25 | 2.6059 | 13.9 | 10.42 | 79.85 |
| 2025 | 8 | 26 | 4.14 | 16.71 | 9.89 | 79.98 |
| 2025 | 8 | 27 | 5.617 | 17.81 | 10.28 | 79.99 |
| 2025 | 8 | 28 | 5.8668 | 18.2 | 10.09 | 79.94 |
| 2025 | 8 | 29 | 5.7643 | 19.06 | 11.44 | 79.7 |
| 2025 | 8 | 30 | 5.7398 | 19.94 | 11.87 | 79.56 |
| 2025 | 8 | 31 | 6.0235 | 20.89 | 12.34 | 79.62 |
| 2025 | 9 | 1 | 4.9874 | 16.98 | 12.47 | 78.41 |
| 2025 | 9 | 2 | 2.5709 | 16.79 | 11.68 | 78.43 |
| 2025 | 9 | 3 | 4.9008 | 17.83 | 11.81 | 78.4 |
| 2025 | 9 | 4 | 5.1696 | 19.11 | 11.63 | 78.35 |
| 2025 | 9 | 5 | 3.0528 | 15.96 | 12.71 | 78.45 |
| 2025 | 9 | 6 | 2.6448 | 14.61 | 12.16 | 78.53 |
| 2025 | 9 | 7 | 5.3616 | 17.91 | 12.27 | 78.49 |
| 2025 | 9 | 8 | 4.771 | 17.32 | 12.05 | 78.38 |
| 2025 | 9 | 9 | 4.6229 | 18.08 | 12.98 | 78.52 |
| 2025 | 9 | 10 | 5.3784 | 18.94 | 12.7 | 78.56 |
| 2025 | 9 | 11 | 5.4984 | 19.83 | 12.29 | 78.6 |
| 2025 | 9 | 12 | 5.4773 | 19.9 | 11.71 | 78.55 |
| 2025 | 9 | 13 | 5.4694 | 19.36 | 12.32 | 78.42 |
| 2025 | 9 | 14 | 5.933 | 19.87 | 11.75 | 78.37 |
| 2025 | 9 | 15 | 5.0609 | 19.33 | 12.19 | 78.42 |
| 2025 | 9 | 16 | 5.8243 | 18.67 | 12.21 | 78.37 |
| 2025 | 9 | 17 | 3.5938 | 18.05 | 12.12 | 78.31 |
| 2025 | 9 | 18 | 4.9459 | 17.61 | 12.66 | 78.3 |
| 2025 | 9 | 19 | 5.5944 | 18.39 | 12.4 | 78.35 |
| 2025 | 9 | 20 | 5.6119 | 18.42 | 13.21 | 78.27 |
| 2025 | 9 | 21 | 4.9051 | 18.28 | 13.84 | 78.1 |
| 2025 | 9 | 22 | 4.031 | 20.02 | 14.01 | 78.1 |
| 2025 | 9 | 23 | 3.8705 | 18.3 | 14.26 | 78.36 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2025 | 9 | 24 | 6.3922 | 19.18 | 12.56 | 78.63 |
| 2025 | 9 | 25 | 4.8881 | 17.95 | 11.88 | 78.72 |
| 2025 | 9 | 26 | 6.079 | 18.9 | 11.94 | 78.53 |
| 2025 | 9 | 27 | 5.8714 | 19.23 | 12.68 | 78.38 |
| 2025 | 9 | 28 | 5.5358 | 18.97 | 13.14 | 78.47 |
| 2025 | 9 | 29 | 4.1347 | 19 | 12.36 | 78.43 |
| 2025 | 9 | 30 | 4.5917 | 17.47 | 12.97 | 78.42 |

TESIS UANCV
TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

# 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: 30/04/2026

**1. Datos del autor (es):**

Nombres y Apellidos: **VIRGILIO CEREZO QUISPE**
Dirección: **C.P San miguel de Pampa Grande**
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: **76654926**
Teléfono: **910939180** email: **virgiliocerezoquispe@gmail.com**
Nombres y Apellidos:
Dirección:
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°:
Teléfono: email:
Facultad y/o Escuela de Posgrado: **INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**
Escuela Profesional o Mención: **INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**
Título o Grado Académico a optar: **INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**
Asesor: **ING. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON**
Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:
Trabajo de Investigación [ ] Tesis [X] Trabajo de Suficiencia Profesional [ ] Trabajo Académico [ ]
Título: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DE 5 KILOVATIOS PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL CASERÍO MONTE SINAÍ DE LA PROVINCIA DE SANDIA, 2025**
Palabras claves, (3 a 5 términos): **Sistema fotovoltaico, Energía eléctrica, Caserío.**
¿Esta obra se desarrolló en la UANCV [1, 2]?

**1**

[1] Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.
[2] Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
Página 1 de 3
http://repositorio.uancv.edu.pe/
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

**2. Referencia de tesis:**

[ ] Bachiller [X] Titulo [ ] 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)**

[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 comérciales 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.

[X] Sí autorizo

[ ] No autorizo



OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
Página 3 de 3
http://repositorio.uancv.edu.pe/

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

**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.

[X] Internacional

[ ] Nacional

Línea de investigación: **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA – P18**



Firma de Autor | huella digital | **30 de abril del 2026** Fecha



OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
Página 3 de 3
http://repositorio.uancv.edu.pe/
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/