



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



**DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO PARA
LA ILUMINACIÓN DE LA PLAZA PRINCIPAL DEL CENTRO
POBLADO SICTA DEL DISTRITO DE VILQUECHICO,
HUANCANE – PUNO – 2022**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. AMMERLY YLASACA MACHACA

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

JULIACA - PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA
DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO PARA
LA ILUMINACIÓN DE LA PLAZA PRINCIPAL DEL CENTRO
POBLADO SICTA DEL DISTRITO DE VILQUECHICO,
HUANCANE – PUNO – 2022

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. AMMERLY YLASACA MACHACA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

: 
Mgtr. WALTER JACINTO LIZARRAGA ARMAZA

PRIMER MIEMBRO

: 
Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

ASESOR DE TESIS

: 
Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA ELÉCTRICA – P18



RESOLUCIÓN DECANAL N° 579-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 26 de diciembre de 2024

VISTOS:

El OFICIO N° 021-A - 2024-D-EPIME-FICP-UANCV del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N°473-2024 de fecha 11 de octubre de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO PARA LA ILUMINACIÓN DE LA PLAZA PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO SICTA DEL DISTRITO DE VILQUECHICO, HUANCANE - PUNO - 2022**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Mecánica Eléctrica** y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **AMMERLY YLASACA MACHACA**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO PARA LA ILUMINACIÓN DE LA PLAZA PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO SICTA DEL DISTRITO DE VILQUECHICO, HUANCANE - PUNO - 2022**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**, y;

Que, los Jurados designados por el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, de la FICP, están integrados por los siguientes Docentes;

* Presidente	:	Mgtr. WALTER JACINTO LIZARRAGA ARMAZA
* 1er Miembro	:	Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
* 2do Miembro	:	Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON
* Asesor	:	Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

De conformidad al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras 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 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR** Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: **AMMERLY YLASACA MACHACA**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO PARA LA ILUMINACIÓN DE LA PLAZA PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO SICTA DEL DISTRITO DE VILQUECHICO, HUANCANE - PUNO - 2022**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista** de acuerdo al siguiente detalle:

* FECHA	:	martes 31 de diciembre de 2024
* HORA	:	: 09:00 horas
* LUGAR	:	: Aula 204 - EPIME

ARTICULO SEGUNDO. - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica**, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

C.c
Arch. 2024
Interesado
Escuela Profesional



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

.....
DR. MILTON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

.....
DR. FRANK VARELLA SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 83531



RESOLUCIÓN DECANAL N° 553- 2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 16 de diciembre de 2024

VISTOS.-

El OFICIO N° 034-2024-D/EPIME-FICP-UANCV, del Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica y el proveído del director de la unidad de investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, sobre el pedido de cambio de la sub comisión de evaluación del Trabajo de investigación (Tesis), del (la) Bachiller: **AMMERLY YLASACA MACHACA** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**, con el tema titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO PARA LA ILUMINACIÓN DE LA PLAZA PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO SICTA DEL DISTRITO DE VILQUECHICO, HUANCANE - PUNO - 2022**, y;

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **AMMERLY YLASACA MACHACA**; ha solicitado cambio del **Presidente** de la terna de la sub comisión de evaluación del Trabajo de investigación (Tesis) titulada: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO PARA LA ILUMINACIÓN DE LA PLAZA PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO SICTA DEL DISTRITO DE VILQUECHICO, HUANCANE - PUNO - 2022** aprobado con la **RESOLUCIÓN DECANAL N°473-2024-D-FICP-UANCV** de fecha 11 de octubre de 2024; conformado por los siguientes Docentes:

- ❖ **Presidente** : **M.Sc. MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA**
- ❖ **1er. Miembro** : **Mgtr. WALTER JACINTO LIZARRAGA ARMAZA**
- ❖ **2do. Miembro** : **Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO**

Que, el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** ha tomado conocimiento que: el **Presidente** no tiene vinculo laboral en la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica**, por lo que ha determinado proceder con el sorteo para el cambio de la sub comisión de evaluación del Trabajo de investigación (Tesis), conforme lo establece el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y.

Estando, al proveído de la Dirección de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el oficio del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica**, mediante el cual informa la designación de (los) nuevo (s) Miembro (s) de la sub comisión de evaluación del proyecto de investigación; el (los) mismo que deberá actuar según el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras 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 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR**, la **REESTRUCTURACIÓN** de la terna de la sub comisión de evaluación del Trabajo de investigación (Tesis) presentado por el bachiller: **AMMERLY YLASACA MACHACA**, titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO PARA LA ILUMINACIÓN DE LA PLAZA PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO SICTA DEL DISTRITO DE VILQUECHICO, HUANCANE - PUNO - 2022**, para optar el título profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**, quedando la conformación de los jurados de la siguiente forma:

- ❖ **Presidente** : **Mgtr. WALTER JACINTO LIZARRAGA ARMAZA**
- ❖ **1er. Miembro** : **Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO**
- ❖ **2do. Miembro** : **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON**

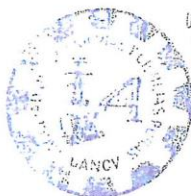
ARTICULO SEGUNDO. - Disponer a los miembros de la sub comisión de evaluación designados, dar continuidad al trámite de evaluación y calificación del proyecto de investigación, trabajo de investigación (tesis) o sustentación de tesis, según sea el caso que se encuentre cada expediente. Quedando valido en sus demás disposiciones la Resolución Decanal de aprobación de proyecto de investigación, que se mencionan en el considerando.

ARTICULO TERCERO. - Reconocer como **ASESOR DE TESIS** al docente **ordinario**, de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica**, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al (a la) **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**.

ARTICULO CUARTO. - La Dirección de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica**, el Secretario Académico de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese

cc. archivo 2024 interesado (a)



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

Dr. MILTON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. EFRAIN RUILO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531



RESOLUCIÓN DECANAL N° 473-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de octubre de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 161-2024-D-EPIC-FICP-UANCV-J**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias, **INFORME N° 006-2024-UANCV-FICP-EPIME-CI** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 1127-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el 14 de octubre de 2022 y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha 11 de octubre de 2024 para optar el Título Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con el tema titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO PARA LA ILUMINACIÓN DE LA PLAZA PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO SICTA DEL DISTRITO DE VILQUECHICO, HUANCANE - PUNO - 2022.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **AMMERLY YLASACA MACHACA**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO PARA LA ILUMINACIÓN DE LA PLAZA PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO SICTA DEL DISTRITO DE VILQUECHICO, HUANCANE - PUNO - 2022.**

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajo de Investigación, con fines de la obtención de Grados Académicos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, nominó a la sub comisión de evaluación de trabajo de investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **M.Sc. MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA**
- * **1er Miembro** : **Mgtr. WALTER JACINTO LIZARRAGA ARMAZA**
- * **2do Miembro** : **Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO PARA LA ILUMINACIÓN DE LA PLAZA PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO SICTA DEL DISTRITO DE VILQUECHICO, HUANCANE - PUNO - 2022.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 1209-2024, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO PARA LA ILUMINACIÓN DE LA PLAZA PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO SICTA DEL DISTRITO DE VILQUECHICO, HUANCANE - PUNO - 2022.**

Estando, conforme a la **RESOLUCIÓN DECANAL N°064-2019-CF-FICP-UANCV** de fecha 02 de octubre de 2019 donde aprueba el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales a la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, que consta de XI capítulos y 71 artículos, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, 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 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR, el informe final de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis)**, del Bachiller: **AMMERLY YLASACA MACHACA**, para optar el Título Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con el Tema Titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO PARA LA ILUMINACIÓN DE LA PLAZA PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO SICTA DEL DISTRITO DE VILQUECHICO, HUANCANE - PUNO - 2022.**

La misma que deberá proceder a la impresión de su borrador de Trabajo de Investigación en limpio, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras - Escuela Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como asesor del Trabajo de Investigación (tesis) al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS.**

ARTICULO TERCERO.- La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese,

C.c.
archivo 2024
interesado (a)



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

Dr. MILTHON QUISEP HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. EFRAIN PARIILLO SOSA
SECRETARIO ACADEMICO
CIP. 95531



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1127-2022-D-FICP-UANCV

Juliaca, 14 de octubre de 2022

VISTOS:

El INFORME N° 534-2022-D-UI-FICP.UANCV, del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 029-2022-UANCV-FICP-UI-CI** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 027-2022-UANCV-FICP-UI-CI** del presidente del sub comité de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica y el **ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha **30 de setiembre de 2022**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, con el tema titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO PARA LA ILUMINACIÓN DE LA PLAZA PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO SICTA DEL DISTRITO DE VILQUECHICO, HUANCANE - PUNO - 2022.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **AMMERLY YLASACA MACHACA**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO PARA LA ILUMINACIÓN DE LA PLAZA PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO SICTA DEL DISTRITO DE VILQUECHICO, HUANCANE - PUNO - 2022**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista.**

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras; el responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica**, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, nominó a la sub comisión de evaluación de Proyecto de Investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **M.Sc. MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA**
- * **1er Miembro** : **Ing. WALTER JACINTO LIZARRAGA ARMAZA**
- * **2do Miembro** : **Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO**

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO PARA LA ILUMINACIÓN DE LA PLAZA PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO SICTA DEL DISTRITO DE VILQUECHICO, HUANCANE - PUNO - 2022**, correspondiente a la línea de investigación: **TECNOLOGIA E INGENIERIA ELÉCTRICA**, y;

Que, es requisito indispensable contar con un Docente Ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de magister y experiencia en la línea a investigar, que será el asesor de Proyecto de Investigación, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, 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 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el (la) Bachiller: **AMMERLY YLASACA MACHACA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**, con el Tema Titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO PARA LA ILUMINACIÓN DE LA PLAZA PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO SICTA DEL DISTRITO DE VILQUECHICO, HUANCANE - PUNO - 2022.**

La misma que deberá proceder con la ejecución del Proyecto de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **Mgr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS.**

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc
archivo 2022
interesado (a)



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

(Signature)

Mg. MILTON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP 47790



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

(Signature)

Dr. EERAIN PAILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95631



DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO PARA LA ILUMINACIÓN DE LA PLAZA PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO SICTA DEL DISTRITO DE VILQUECHICO, HUANCANE – PUNO – 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

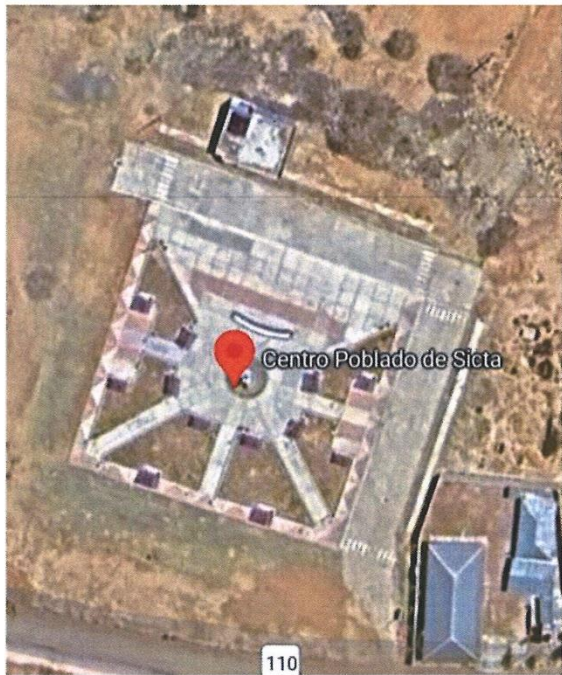
1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	1%
4	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%



Metadatos Complementarios



Título de la tesis	
DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO PARA LA ILUMINACIÓN DE LA PLAZA PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO SICTA DEL DISTRITO DE VILQUECHICO, HUANCANE - PUNO - 2022	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	AMMERLY YLASACA MACHACA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70340677
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0006-4515-8882
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02383061
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-5101-4264
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	WALTER JACINTO LIZARRAGA ARMAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02393436
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	ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02064066

Datos de investigación	
Línea de investigación	Ingeniería y Tecnología Eléctrica – P18
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: Huancané Distrito: Vilquechico Latitud: -15.235556° Longitud: -69.643611° URL Maps: https://maps.app.goo.gl/2PD4Guez6uhQVdiJ6</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Octubre 2022 – Octubre 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	<p>Ingeniería Mecánica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.00</p> <p>Mecánica Aplicada https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.02</p>

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PÚBICAS
 DIRECTOR
 Dr. Efraín Ravello Gosa
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo Ammerly Ylasaca Machaca, identificado con DNI Nro. 70340677 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 aislado para la iluminación de la plaza principal del centro poblado sicta del distrito de vilquechico, huancane - puno - 2022

Asesorado por: Mgtr. Salvador Teodoro Valdivia Cárdenas

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 29 de enero del 2025

FIRMA (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, Cerapio y Ceferina, por su amor, apoyo incondicional, paciencia y sacrificio. Su confianza en mí y sus enseñanzas que me han guiado en cada paso de mi vida. Con gratitud y amor, les dedico este logro que es tanto suyo como mío.



AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas y que hicieron posible la realización de esta tesis.

Agradezco a mi profesores y compañeros de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica por sus aportaciones, discusiones enriquecedoras y el ambiente académico que fomentaron a lo largo de mi formación.

A mis amigos, gracias por su apoyo y palabras de aliento.

Finalmente, quiero agradecer a mis padres y hermanos, por su amor y apoyo inquebrantables. Este logro no hubiera sido posible sin su constante motivación y confianza en mí.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xiv

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1.1. Problema general.....	1
1.1.2. Problemas específicos.....	1
1.2. OBJETIVOS.....	2
1.2.1. Objetivo general.....	2
1.2.2. Objetivos específicos.....	2
1.3. JUSTIFICACION DE ESTUDIO.....	2
1.4. HIPOTESIS.....	3
1.4.1. Hipótesis general.....	3
1.4.2. Hipótesis específicas.....	3
1.5. VARIABLES.....	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
--	---



2.1.1. Nivel Internacional.....	6
2.1.2. A nivel nacional.....	8
2.2. BASES TEÓRICAS.....	10
2.2.1. Energías renovables.....	10
2.2.2. Energía solar fotovoltaica.....	10
2.2.3. Sistema fotovoltaico.....	12
2.2.4. Tipos de sistemas fotovoltaicos.....	13
2.2.5. Ventajas y desventajas de los sistemas fotovoltaicos.....	15
2.2.6. Panel solar o modulo fotovoltaico.....	16
2.2.7. Regulador o controlador de carga.....	26
2.2.8. Batería o sistema acumulador.....	29
2.2.9. Inversor o convertidor de potencia.....	33
2.3. MARCO CONCEPTUAL.....	36

CAPÍTULO III

PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
3.2. TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
3.2.1. Tipo de investigación.....	37
3.2.2. Nivel de investigación.....	38
3.3. MÉTODO APLICADO A LA INVESTIGACIÓN.....	38
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	38
3.5. TÉCNICAS FUENTES E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	39
3.5.1. Técnicas de Investigación.....	39
3.5.2. Fuentes de Investigación.....	39
3.5.3. Instrumentos de Investigación.....	40



3.6. PLAN DE RECOPIACIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS	41
3.6.1. Recolección de Datos	41
3.6.2. Procesamiento de Datos	47

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PLAZA PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO SICTA	52
4.2. ILUMINACIÓN DE LA PLAZA PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO SICTA.....	54
4.3. DATOS METEOROLÓGICOS EN LA PLAZA PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO SICTA	55
4.3.1. Irradiación horizontal global	56
4.3.2. Temperatura ambiente	57
4.3.3. Días nublados por semana	58
4.4. DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO.....	58
4.4.1. Cálculo de la demanda energía	58
4.4.2. Datos iniciales de diseño.....	62
4.4.3. Cálculo del número de módulos fotovoltaicos	64
4.4.4. Dimensionamiento del banco de baterías	68
4.4.5. Dimensionamiento del regulador de carga	71
4.4.6. Dimensionamiento del inversor de corriente	75
4.4.7. Orientación y ángulo de inclinación de los módulos.....	76
4.4.8. Dispositivos de protección.....	78
4.4.9. Dimensionamiento de la sección de los conductores.....	80
4.4.10. Metrado y presupuesto referencial	84
4.4.11. Planos	86



CONCLUSIONES.....	89
RECOMENDACIONES	90
REFERENCIAS.....	91
ANEXOS	94



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ventajas y Desventajas de las Baterías	31
Tabla 2 Mantenimiento de las Baterías	33
Tabla 3 Irradiación Horizontal Global y Temperatura 2018	42
Tabla 4 Irradiación Horizontal Global y Temperatura 2019	42
Tabla 5 Irradiación Horizontal Global y Temperatura 2020	43
Tabla 6 Irradiación Horizontal Global y Temperatura 2021	44
Tabla 7 Irradiación Horizontal Global y Temperatura 2022	44
Tabla 8 Días Nublados por Semana Durante 2018-2022.....	45
Tabla 9 Horario de Funcionamiento y Potencia de las Luminarias.....	46
Tabla 10 Paneles Propuestos	47
Tabla 11 Irradiación Horizontal Global Promedio 2018-2022	48
Tabla 12 Temperatura Máxima Promedio 2018-2022	49
Tabla 13 Temperatura Mínima Promedio 2018-2022.....	50
Tabla 14 Promedio de Días Nublados por Semana 2018-2022	51
Tabla 15 Irradiación Horizontal Global en la Plaza Principal del Centro Poblado Sicta	56
Tabla 16 Temperatura Máxima en la Plaza Principal del Centro Poblado Sicta	57
Tabla 17 Temperatura Mínima en la Plaza Principal del Centro Poblado Sicta	58
Tabla 18 Demanda de Energía	59
Tabla 19 Tensión de Sistemas Fotovoltaicos	63
Tabla 20 Datos Iniciales de Diseño	64
Tabla 21 Ficha Técnica Panel ECOGREEN 550W	65
Tabla 22 Parámetros eléctricos corregidos ECOGREEN 550W	68



Tabla 23 Características Eléctricas del Módulo ECOGREEN 550W	72
Tabla 24 Principales Características técnicas del Regulador MPPT RS 450V 200A MC4	74
Tabla 25 Ángulos de Inclinación para Sistemas Fijos	78
Tabla 26 Máxima caída de tensión.....	81
Tabla 27 Distancia entre tramos, corriente y voltaje.....	82
Tabla 28 Conversión de unidades de sección de cables.....	83
Tabla 29 Sección de los conductores en los distintos tramos	83
Tabla 30 Presupuesto y Presupuesto Referencial	84



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Principio de funcionamiento fotovoltaico	13
Figura 2 Sistema fotovoltaico aislado	14
Figura 3 Sistema fotovoltaico conectado a la red	14
Figura 4 Sistema fotovoltaico hibrido	15
Figura 5 Estructura de un panel solar	18
Figura 6 Panel solar monocristalino y policristalino	20
Figura 7 Tipos de conexión de paneles solares	24
Figura 8 Regulador de voltaje blue solar MPPT	27
Figura 9 Batería 12V AGM 250Ah Kaise	29
Figura 10 Inversor hibrido 6kW Growatt	34
Figura 11 Vista aérea de la Plaza Principal del Centro Poblado Sicta	53
Figura 12 Plaza Principal del Centro Poblado Sicta	53
Figura 13 Lampara de halogenuro metálico de 80Watts	54
Figura 14 POWER Data Access Viewer (DAV)	55
Figura 15 Panel ECOGREEN 550W	66
Figura 16 Batería Estacionaria 600Ah 6V Ultracell UZS600-6	71
Figura 17 Regulador MPPT RS 450V 100A MC4 VICTRON.....	75
Figura 18 Inversor 48V 2000VA Victron Energy	76
Figura 19 Orientación de Paneles Solares en Perú	77
Figura 20 Plano de la plaza principal del centro poblado Sicta	86
Figura 21 Disposición de los componentes del sistema fotovoltaico aislado....	87
Figura 22 Esquema de conexiones	88



RESUMEN

Esta tesis se centra en el diseño de un sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta. Las luminarias no cuentan con un suministro constante de energía debido a limitaciones presupuestarias, por lo que solo se encienden durante eventos especiales. Además, la localidad enfrenta cortes eléctricos frecuentes, lo que agrava la situación. Se propone una solución que aprovecha la energía solar fotovoltaica que garantiza un suministro continuo de energía renovable y limpia. Para el diseño del sistema fotovoltaico aislado se realizó un análisis de la radiación solar disponible y las condiciones climáticas en la ubicación de la plaza. Estos datos se obtuvieron mediante la Plataforma de Recursos de Energía Fotovoltaica de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) mediante su Proyecto de Predicción de Recursos Energéticos Mundiales (POWER). Posteriormente se determinó la demanda de energía requerida para la iluminación. A partir de estos datos se eligieron los componentes del sistema, los módulos del sistema, incluyendo los módulos fotovoltaicos, regulador de carga, inversor de corriente, baterías, dispositivos de protección, estructuras de montaje, conductores y otros accesorios. Asimismo, se definió su costo total. Se concluye que el sistema fotovoltaico aislado propuesto es capaz de satisfacer las necesidades energéticas que se requieren para el funcionamiento de las luminarias, se presentan recomendaciones para implementar el sistema y sugerencias para su futura ampliación.

Palabras clave: Diseño, Sistema fotovoltaico aislado, iluminación.



ABSTRACT

This thesis focuses on the design of an isolated photovoltaic system for lighting the main square of the Sicta town center. The luminaires do not have a constant supply of power due to budget constraints, so they are only turned on during special events. Furthermore, the town faces frequent power outages, which aggravates the situation. A solution is proposed that takes advantage of photovoltaic solar energy that guarantees a continuous supply of renewable and clean energy. For the design of the isolated photovoltaic system, an analysis of the available solar radiation and the climatic conditions at the location of the plaza was carried out. These data were obtained using the National Aeronautics and Space Administration's (NASA) Photovoltaic Energy Resources Platform through its Prediction of Global Energy Resources (POWER) project. Subsequently, the energy demand required for lighting was determined. From this data, the system components, system modules, including photovoltaic modules, charge regulator, current inverter, batteries, protection devices, mounting structures, conductors and other accessories were chosen. Likewise, its total cost was defined. It is concluded that the proposed isolated photovoltaic system is capable of satisfying the energy needs required for the operation of the luminaires, recommendations are presented to implement the system and suggestions for its future expansion.

Keywords: Design, Isolated photovoltaic system, lighting.



INTRODUCCIÓN

El país cuenta con una enorme capacidad de generación de electricidad a partir de fuentes de energía, las cuales han sido poco explotadas. El Perú se halla en una zona privilegiada para el desarrollo de la energía solar debido a su cercanía a la línea del ecuador, lo que permite contar con más horas de sol durante la mayor parte del año.

En el centro poblado Sicta se presentan cortes intempestivos en el suministro de energía eléctrica. Ante tal motivo se propone la implementación de un sistema fotovoltaico aislado que aprovechara la energía proveniente del sol.

Capítulo 1, planteamiento del problema, objetivos, justificación e hipótesis.

Capítulo 2, conceptos básicos de energías renovables, centrándose especialmente, en la energía solar, los tipos de sistemas fotovoltaicos, los componentes que los conforman y sus respectivas características.

Capítulo 3, se muestra el procedimiento metodológico.

Capítulo 4, se desarrolla la propuesta, definiendo los componentes del sistema; módulos fotovoltaicos, baterías, regulador de carga, inversor, dispositivos de protección, y el costo total del sistema.

Finalmente se concluye que el sistema si cubre la demanda de energía, pero no sería posible su implementación si tener la autorización del municipio distrital y provincial.



CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. Problema general

¿Cómo se puede realizar el diseño de un sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta del distrito de Vilquechico, Huancané-Puno-2022?

1.1.2. Problemas específicos

- PE1: ¿Cómo se puede calcular la máxima demanda de energía requerida en el diseño del sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta del distrito de Vilquechico, Huancané-Puno-2022?
- PE2: ¿Cómo se puede realizar el dimensionamiento de los componentes del sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta del distrito de Vilquechico, Huancané-Puno-2022?
- PE3: ¿A cuánto asciende el costo de un sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta del distrito de Vilquechico, Huancané-Puno-2022?



1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Realizar el diseño de un sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta del distrito de Vilquechico, Huancané-Puno-2022.

1.2.2. Objetivos específicos

- OE1: Calcular la máxima demanda de energía requerida en el diseño del sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta del distrito de Vilquechico, Huancané-Puno-2022.
- OE2: Realizar el dimensionamiento de los componentes del sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta del distrito de Vilquechico, Huancané-Puno-2022.
- OE3: Determinar el costo de un sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta del distrito de Vilquechico, Huancané-Puno-2022.

1.3. JUSTIFICACION DE ESTUDIO

Se ejecuta con el propósito de brindar una fuente de energía constante para la iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta del distrito de Vilquechico, Huancané-Puno. Ante tal situación se plantea el diseño de un sistema fotovoltaico aislado, con el cual se obtendrá una fuente de energía constante y limpia.

Justificación teórica. El proyecto de investigación pretende dar a conocer el proceso de diseño de un sistema fotovoltaico aislado.



Justificación práctica. Al finalizar el proyecto de investigación se contará con el diseño de un sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta.

Justificación social. El diseño del sistema fotovoltaico aislado será beneficioso para los pobladores del centro poblado Sicta, ya que se obtendrá una fuente de generación energía constante y limpia.

Justificación tecnológica. La generación de energía eléctrica por medio sistemas fotovoltaicos impulsa el desarrollo nuevas investigaciones tecnológicas, que permitan optimizar los componentes de los sistemas fotovoltaicos.

Justificación ecología. Se empleará una fuente de energía renovable y limpia.

Justificación económica. A nivel económico, el diseño fotovoltaico representa una reducción considerable en el costo en el servicio de energía eléctrica por concepto de iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta.

1.4. HIPOTESIS

1.4.1. Hipótesis general

Si se realiza el diseño de un sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta, entonces se obtendrá un sistema de generación de energía eléctrica que emplea una fuente de energía renovable y limpia.

1.4.2. Hipótesis específicas

- HE1: Si se calcula la máxima demanda requerida para el diseño del sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta, entonces se podrá determinar la potencia del sistema fotovoltaico.



- HE2: Si se realiza el dimensionamiento de los componentes del sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta, entonces se podrá determinar las características de los componentes del sistema fotovoltaico.
- HE3: Si se determina la rentabilidad del sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta, entonces se podrá proponer su posterior instalación.



1.5. VARIABLES

- Variable independiente: Sistema fotovoltaico aislado
- Variable dependiente: Iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta

Variable Independiente		Dimensión	Indicador	Escala de Medida
Sistema Fovovoltaico Aislado	Demanda de energía	Proceso	Cálculo de la demanda de energía requerida para la iluminación	Nominal/Interval
	Dimensionamiento de los componentes del Sistema Fovovoltaico	Proceso	Especificaciones de componentes (paneles, baterías, regulador, inversor) y sus características técnicas para el sistema fovovoltaico	Nominal/Interval
	Costo del Sistema Fovovoltaico	Financiera	Cálculo del costo total, incluyendo componentes, accesorios y protecciones.	Ratio
Variables Dependiente		Dimensión	Indicador	Escala de Medida
Iluminación de la Plaza Principal del Centro Poblado Sicta	Generación de Energía Eléctrica	Rendimiento	Cálculo de la cantidad de energía eléctrica generada por el sistema fovovoltaico y su capacidad para satisfacer la demanda	Ratio



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Nivel Internacional

Coloma, C y Sislema, F. (2017). Diseños e implementaciones de sistema de energía solar en el laboratorio de energía renovable de la universidad técnica de Cotopaxi. En este proyecto de grado se implementó un sistema solar fotovoltaico autónomo para suministrar energía en el laboratorio de energía renovable. Para optimizar el aprendizaje y la comprensión de los temas coherentes con el uso de energía renovable y analizar más a fondo las desventajas y ventajas de la energía solar gratuita en el comportamiento en tiempo real, es necesario demostrar la eficiencia de dicho sistema. Se adoptó un regulador controlador de carga MORNINGSTAR Eco Pulse estándar de 24 (VDC), 30 (A), junto con un inversor de potencia estándar de 24 (VDC) a 110 (VAC) de corriente de 1500 (W). El sistema de batería está compuesto por 2 baterías de descarga profunda tipo AGM de 100 (Ah) a 12 (VDC) conectadas en serie para lograr 24 (VDC). Todo el equipo instalado para los sistemas se realizó dentro del laboratorio de energía renovable para una excelente visualizaciones y prácticas por parte de los alumnos.



Robalino, D. (2017). Diseño y simulación de sistemas fotovoltaicos para certificación LED en la categoría Energía y Atmósfera para SOLINFRA de Quito. Este sistema consta de 12 paneles fotovoltaicos diseñados para cubrir las necesidades básicas de iluminación de la empresa de 2.374,75 W, en el peor de los casos, una radiación solar anual de 202,78 W/m² (marzo), aprovecha la energía proporcionada por el Sol y la convierte en electricidad, optimizando así la economía. recursos: reducir el consumo de energía, lo que representa una amenaza para el medio ambiente y la sociedad. Determine que el costo de inversión será de 18,251.91 USD y será reembolsado después de 3 años y 1 mes; La razón es que la energía será vendida al sistema de interconexión nacional de Ecuador, lo que demuestra la viabilidad de esta propuesta.

Alcivar, L. y Villegas, E. (2020). Diseño de un sistema fotovoltaico para la escuela de educación básica Simón Bolívar en la comunidad Masa 2, Golfo de Guayaquil. El principal problema es la falta de electricidad en las clases de primaria de los niños; A cambio, como parte de este proyecto, les proporcionaremos herramientas que les permitirán aprender utilizando tecnologías como las TIC, así como iluminación en el aula para ayudarles a aprender más, concentrarse mejor y dedicar menos esfuerzo a la hora de leer. Finalmente se proporciona con el diseño un sistema fotovoltaico aislado funcional, luego de estudiar la carga y la demanda requerida, se realiza la selección de generador solar, batería, controlador de carga y convertidor de frecuencia, tanto análisis como simulación mediante software; Las horas de uso diario del sistema se establecen en un total de 5 horas.



2.1.2. A nivel nacional

Pérez, J. (2019). Diseño de un sistema de iluminación fotovoltaico mediante tecnología led para el Parque Central de la provincia de Jaén - Cajamarca. El presente estudio de investigación encierra una de las opciones para instalar un sistema de alumbrado público en el Parque Central de la provincia de Jaén con tecnología LED y energía fotovoltaica, ya que este tipo de iluminación disminuye su impacto ambiental al reducir los gases contaminantes que produce el alumbrado público convencional. El trabajo realiza un análisis teórico, aprovechando la burbuja de las energías renovables. Se revisaron fuentes bibliográficas con el fin de establecer las características, aplicaciones y ventajas de la iluminación LED frente a otras luminarias tradicionales. En este trabajo se presenta la evolución y caracterización del recurso solar en obra para diferentes ángulos de inclinación. En esta aplicación NASA, que puede ser consultada para mayor perfeccionamiento de resultados, se trabaja con 3,71 kWh/m² de radiación solar mínima. Calcular y especificar los niveles de iluminación en el parque central de la provincia de Jaén para una luminaria de 67 W 12 V. Diseñar y dimensionar cada componente de un sistema fotovoltaico autónomo con un panel de 130 Wp. Finalmente, se incluirá un estudio técnico-económico con una inversión de S/. 43.025,13, un retorno de la inversión de siete años y cuatro meses para una tasa de inversión del 10% de acuerdo con una vida útil del proyecto de 20 años.

Rodríguez, J. (2020). Instalación de un sistema de alumbrado público mediante energía fotovoltaica en el ingreso a la comuna de Santa Ana Magdalena, primer kilómetro (1 km) de la vía Santa Ana - Pueblito. Algunos de los problemas principales que enfrentan los asentamientos urbanos



localizados dentro de las zonas rurales es la dificultad con que llegan algunos servicios públicos e impuestos en el área, municipios que manifiestan un déficit en la prestación de estos y hay casos dentro del territorio. Entre estos, los que más sobresalen por su deficiencia eléctrica son Chocó, Guainía y la Amazonía colombiana pero hay casos como el que se da en Magdalena donde no es un déficit importante sino más bien problemas en la ejecución, hay poblaciones que cuentan con el servicio pero no tienen alumbrado público ni aseos o derivados, es por eso que se escogió al municipio de Santa Ana Magdalena para estudiar esta propuesta la implementación de tecnologías de energía solar y LED serán referenciadas en este proyecto. Teniendo en cuenta que el terreno y la condición del caserío Santa Ana Magdalena son óptimas para el desarrollo de esta innovación además de brindar un bien público, necesario para la comunidad, contribuyendo de esa manera al desarrollo social y tecnológico del país.

Valdiviezo, K. (2021). Desarrollo de sistema de iluminación LED solar para iluminación interior de la Universidad de Piura. El objetivo de esta tesis es aplicar la iluminación con LEDs y el diseño autónomo de un sistema fotovoltaico para iluminación y equipos de bajo consumo en el edificio "A", así como para la iluminación de la vía principal y el primer estacionamiento de la Universidad de Piura con vistas a promover el uso de energías renovables debido a los altos niveles de radiación solar. Se inicia evaluando la situación actual de la iluminación interior y exterior en las áreas circundantes al edificio "A", el primer estacionamiento y la vía principal de acuerdo a las normas aplicables. Cada ambiente se introduce a la simulación mediante el software DIALux con luminarias LED para una potencia óptima de salida de luz. Además de esas cargas, así como los tomacorrientes, se diseña el sistema fotovoltaico



autónomo; para dimensionar el número de paneles solares se considera su ubicación, en este caso en el estacionamiento N°1 para dar sombra a los vehículos automotores. Se podrían colocar 343,2m de paneles solares en el estacionamiento y entregar 46,08 kW de energía, sombreando 21 de los 90 puestos de estacionamiento. El sistema propuesto no es rentable porque el precio de implementación de un sistema fotovoltaico de este tipo es muy elevado.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Energías renovables

Las fuentes de energía renovables son limpias, inagotables y cada vez más competitivas. Entre sus principales características destacan su gran variedad y abundancia (en términos de potencial de explotación), su capacidad de ser utilizadas en cualquier parte del mundo y, sobre todo, su no generación de emisiones contaminantes ni de gases de efecto invernadero, responsables del cambio climático. La AIE prevé que la demanda mundial de electricidad aumentará un 70% en 2040, con un aumento de la participación en el uso final de energía del 18% al 24%, con un avance principalmente de la región emergente: India, África, China, el Sudeste Asiático y Oriente Medio.

2.2.2. Energía solar fotovoltaica

Logra esto mediante el uso de materiales semiconductores, entre los que se incluyen células fotovoltaicas hechas de silicio, un metaloide abundante en la Tierra. Su función principal es convertir la radiación solar en energía eléctrica al permitir que una alta concentración de fotones (es decir, partículas de luz solar) incidan en una de las caras de la célula y generen así una corriente eléctrica que luego puede usarse como fuente de energía. (Robalino, 2017)



Radiación solar. El Sol emite una radiación electromagnética denominada radiación solar. Esta energía es la que produce la luz y el calor en la Tierra, sin los cuales no sería posible la vida y de la que dependen también diversos procesos tecnológicos. Las tres categorías principales de radiación solar que recibe la superficie terrestre son la radiación global, la radiación directa y difusa. La descripción de cada caso se refiere a cómo la radiación solar llega a la superficie terrestre e interactúa con la atmósfera. (Valdiviezo, 2021)

- Radiación difusa: Ha sido dispersada por moléculas, aerosoles y nubes en la atmósfera se conoce como radiación difusa. No solo proviene del Sol, sino que esta radiación llega a la superficie terrestre desde todas las direcciones del cielo.
- Radiación directa: La porción de radiación solar que viaja en línea recta desde el sol hasta la superficie terrestre sin una dispersión o absorción significativa a lo largo del camino se llama radiación directa.
- Radiación global: Es la suma de la radiación directa y la radiación difusa que llega a una superficie horizontal en la Tierra. Es una medida completa que representa toda la energía solar disponible en ese momento.

Horas Sol Pico. Es una medida que se emplea para evaluar la capacidad de una ubicación específica para generar energía. Representa la cantidad de energía solar recibida en un lugar durante un día promedio, expresada en términos de la cantidad de horas en que la irradiancia solar es de 1000 W/m². En otras palabras, el HSP es el número de horas al día en las que la irradiancia solar alcanza un nivel de 1000 W/m².



2.2.3. Sistema fotovoltaico

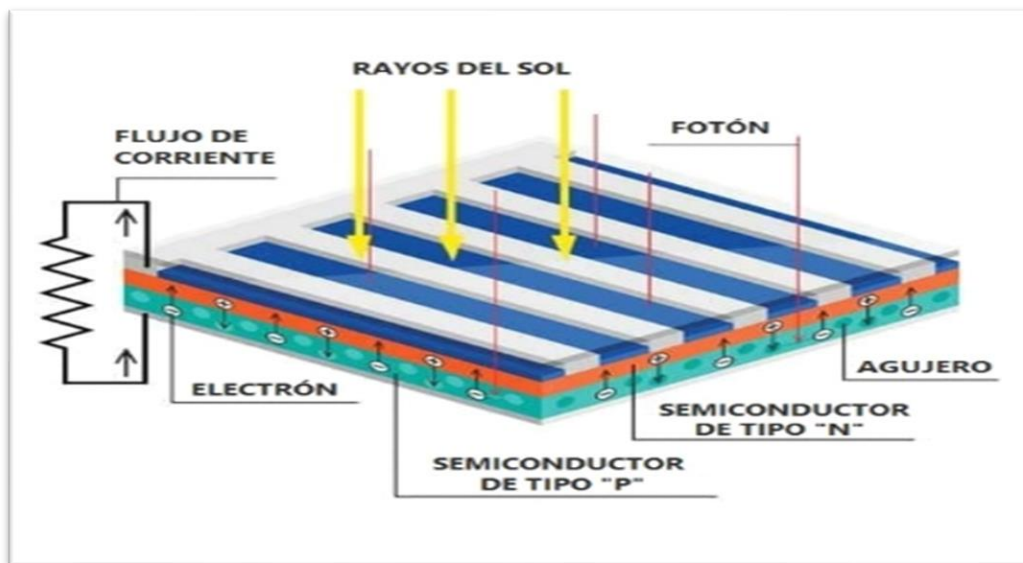
Los sistemas fotovoltaicos convierten la radiación solar en electricidad. Para lograr este objetivo, integran un conjunto de tareas para garantizar un rendimiento óptimo en la conversión de la energía solar directamente en electricidad, el almacenamiento de la energía generada y la distribución de la energía generada y su almacenamiento para el consumidor. (Reyes, 2019)

Principio fotovoltaico. Los módulos solares hacen una cosa fundamental: convierten la luz solar en electricidad. Esto sucede debido a la capacidad de ciertos materiales de absorber fotones y luego liberar estos electrones libres; el flujo de estos electrones libres constituye una corriente eléctrica. El silicio es el principal componente utilizado en materiales semiconductores para células fotovoltaicas porque es un buen conductor de electricidad cuando su temperatura aumenta. La energía electromagnética produce una reacción de campo eléctrico dentro de la capa semiconductor agotada cuando los cuantos de luz alcanzan la superficie, lo que hace que los portadores de carga (electrones) se liberen de sus átomos dentro del material semiconductor. Luego, estos portadores se mueven a través de un circuito, y ambos lados de este circuito forman lo que se conoce como unión p-n y generan un flujo de corriente, respectivamente. (Valdiviezo, 2021)

En la Figura 1 se puede apreciar el principio de fotovoltaico.

Figura 1

Principio de funcionamiento fotovoltaico



Nota. Adaptado de Principio de funcionamiento del Autoconsumo [Imagen],

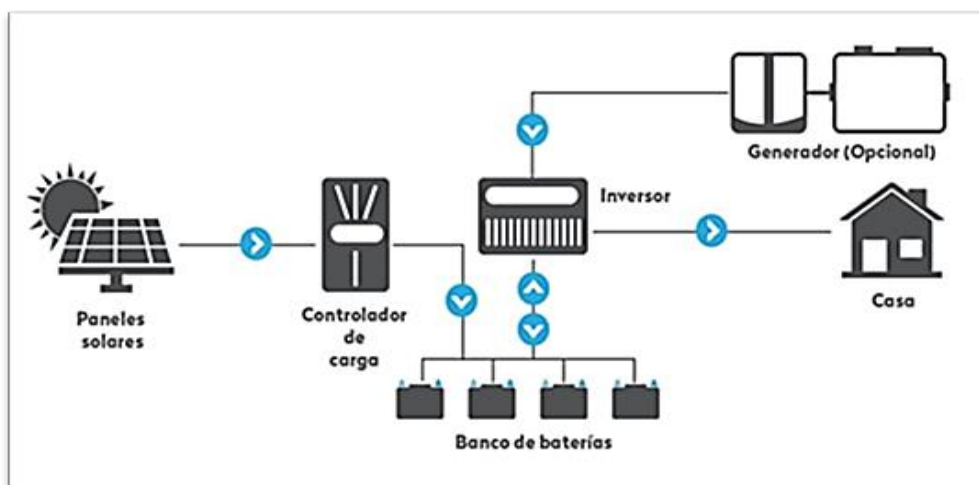
<https://www.mikitsolar.es/img/cms/Efecto%20fotovoltaico.jpg>

2.2.4. Tipos de sistemas fotovoltaicos

Sistema fotovoltaico aislado. La energía se utiliza en lugares sin red eléctrica y se apoya en un sistema de almacenamiento o banco de baterías. Electrificación de viviendas, aplicaciones agrícolas, sistema de iluminación, bombeo, señalización y comunicación: para diversos fines. Para que este tipo de sistema funcione de manera eficaz y eficiente, el lugar de instalación depende de la situación climática y geográfica. (Villegas & Alcívar, 2020)

Figura 2

Sistema fotovoltaico aislado

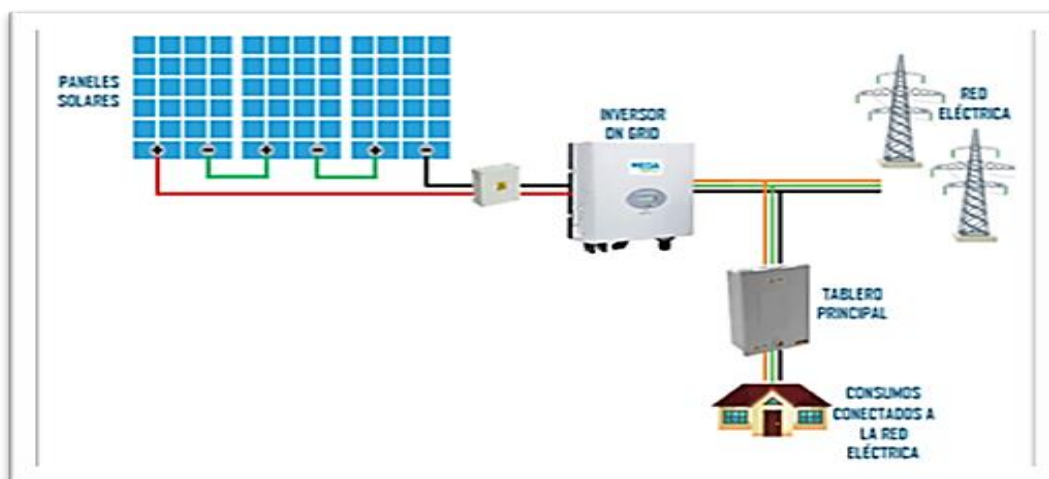


Nota. <https://rsolar.com.mx/sistema-fotovoltaico-aislado>

Sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica. El objetivo primordial de los sistemas fotovoltaicos conectados a la red es incrementar la producción de energía inyectada mensual o anualmente. Un gran número de aplicaciones se destinan a viviendas o edificios que optan voluntariamente por energías limpias y, además, reducen los costes de consumo de energía de la red. (Villegas & Alcívar, 2020)

Figura 3

Sistema fotovoltaico conectado a la red

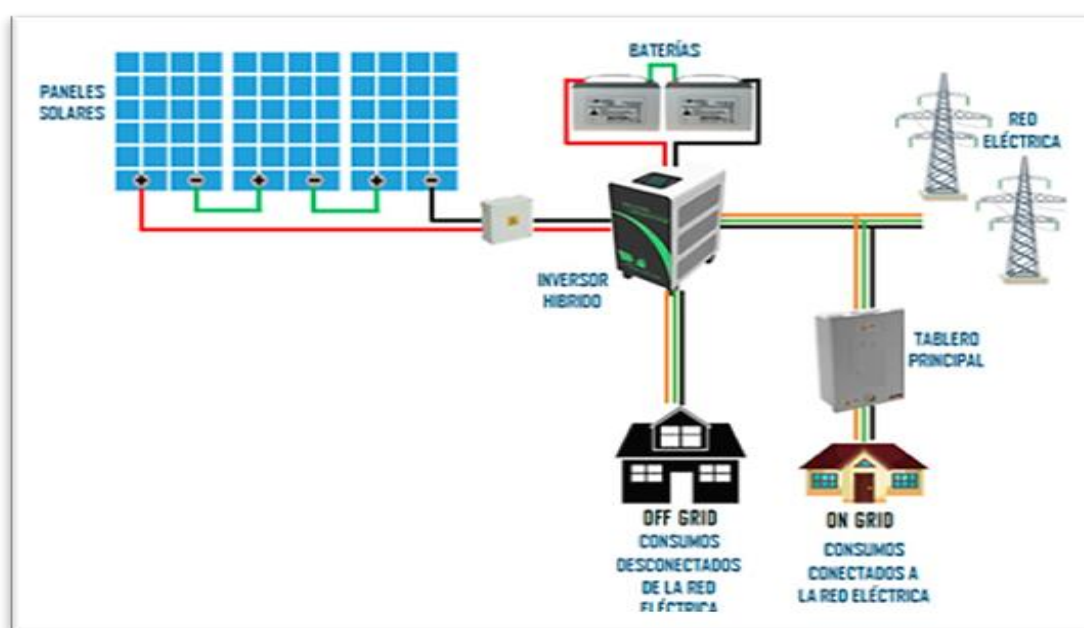


Nota. https://www.wega_lighting.com/energy/inversores/sistema-on-grid/

Sistema fotovoltaico híbrido. Los sistemas fotovoltaicos híbridos son aquellos que cuentan con una fuente de energía adicional y la opción de estar conectados a la red o no. La capacidad de generación de los sistemas híbridos se puede mejorar incrementando la energía o desviándola hacia el sistema de almacenamiento. (Villegas & Alcívar, 2020)

Figura 4

Sistema fotovoltaico híbrido



Nota. <https://www.wega-lighting.com/energy/inversores/sistema-hibrido/>

2.2.5. Ventajas y desventajas de los sistemas fotovoltaicos

Ventajas del sistema fotovoltaico

- **Energía Renovable y Limpia:** La luz solar es una fuente de energía renovable e inagotable que los sistemas fotovoltaicos utilizan.
- **Bajo Mantenimiento:** Los sistemas fotovoltaicos necesitan poco mantenimiento porque no tienen componentes móviles que se desgasten rápidamente.

- **Independencia Energética:** Los usuarios pueden protegerse contra las fluctuaciones de los precios de la energía y estar menos dependientes de las compañías eléctricas con sistemas fotovoltaicos.
- **Modularidad y Escalabilidad:** Pueden ser dimensionados de acuerdo con las necesidades específicas de energía, desde pequeñas instalaciones residenciales hasta plantas solares industriales de gran tamaño.
- **Vida Útil Prolongada:** Es de 25 a 30 años o más.

Desventajas de los sistemas fotovoltaicos

- **Alta Inversión Inicial:** Los costos iniciales de instalación pueden ser elevados. Los inversores, el sistema de montaje y, en algunos casos, el almacenamiento de energía son parte de la inversión.
- **Intermitencia y Dependencia del Clima:** Las condiciones climáticas (nubes y lluvia) y las variaciones diarias (día y noche) afectan la disponibilidad de la luz solar.
- **Requiere Espacio:** Los sistemas fotovoltaicos requieren para su instalación una cantidad considerable de espacio.
- **Impacto Ambiental de la Fabricación:** La producción de paneles solares implica el uso de materiales y procesos que pueden tener un impacto ambiental.
- **Eficiencia Relativa:** La degradación de los materiales puede hacer que la eficiencia disminuya con el tiempo.

2.2.6. Panel solar o modulo fotovoltaico

Es el dispositivo que convierte la luz solar directamente en electricidad mediante el efecto fotovoltaico. Los materiales semiconductores (normalmente silicio) forman una célula individual; muchas de ellas forman un conjunto de células,



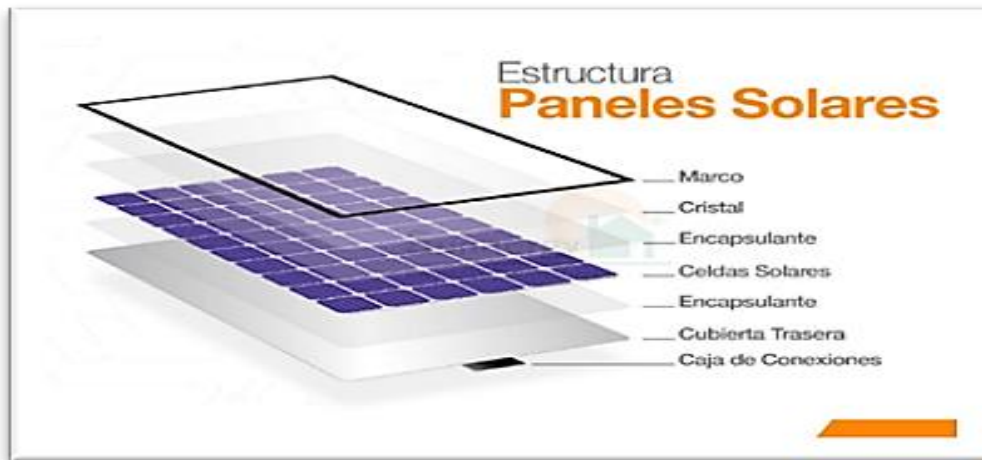
cuya unidad básica está conectada eléctricamente y puede estar encapsulada y montada sobre una estructura o marco de soporte. (Alvarado, 2015)

Estructura de un Panel Solar.

- **Celdas Fotovoltaicas:** Cada panel solar está hecho de varias celdas fotovoltaicas conectadas en paralelo o serie. Estas son fundamentales para convertir la energía solar en electricidad.
- **Vidrio de Protección:** Las celdas fotovoltaicas están protegidas de los daños físicos y las condiciones meteorológicas adversas por un vidrio templado que cubre la parte frontal del panel solar.
- **Capa Antirreflejante:** Las celdas fotovoltaicas reciben una capa antirreflejante para reducir la pérdida de luz por reflexión y aumentar la absorción de la luz solar.
- **Encapsulante:** Las celdas fotovoltaicas están encapsuladas en una capa de material (como EVA, etileno-vinil-acetato) que la aísla y protege contra la humedad y los impactos
- **Lamina posterior:** El módulo del panel solar está protegido de la humedad y otros contaminantes por una lámina resistente (normalmente de plástico como tedlar).
- **Marco:** Un marco de aluminio que rodea los paneles solares brinda rigidez estructural y facilita su instalación.
- **Caja de conexiones:** Una caja de conexiones alberga las conexiones eléctricas y los diodos de bypass en la parte posterior del panel solar. Esto protege al módulo y mejora su rendimiento en condiciones de sombra parcial.

Figura 5

Estructura de un panel solar



Nota. <https://energiasolarmexico.mx/estructura-de-panel-solar/>

Módulos monocristalinos. El silicio monocristalino, que se compone de un solo cristal de silicio, es de lo que está hecho los módulos monocristalinos. La fabricación utiliza el método Czochralski, que consiste en extraer un solo cristal de silicio de una semilla de silicio fundido y luego cortarlo en obleas delgadas. Se ven uniformes y de color oscuro, generalmente negros. El proceso de corte de los cristales hace que los bordes de las celdas sean redondeados. La vida útil promedio es de 25 a 30 años. Mantienen su nivel de eficiencia elevado durante toda su vida útil. Debido al proceso complicado y al mayor consumo de energía en la producción de silicio monocristalino, son más caros de fabricar. La mayor eficiencia y durabilidad justifican el precio más alto.

Ventajas

- Mayor eficiencia y la capacidad de generar más electricidad en áreas con poco espacio disponible.
- Mejor rendimiento en altas y bajas temperaturas.



- Un aspecto estético más uniforme y atractivo, ideal para techos residenciales y otros lugares visibles.

Desventajas

- Mayor costo inicial que los módulos policristalinos.
- El proceso de fabricación consume más energía y genera más desechos de silicio.

Módulos policristalinos. El silicio policristalino, que se compone de múltiples cristales de silicio, es el material utilizado para crear módulos policristalinos. El silicio fundido se vierte en un molde mientras se enfría lentamente para formar bloques, que luego se cortan en obleas. Son azules con un patrón cristalino visible. Las celdas tienen bordes rectos y se pueden distinguir fácilmente por su textura y color. La eficiencia de conversión de los módulos policristalinos oscila entre el 13% y el 16%. En comparación con los monocristalinos, requieren más espacio para generar la misma cantidad de energía, tienen una vida útil de 25 a 30 años. su eficiencia puede disminuir un poco más rápido que la de los módulos monocristalinos. Debido a un proceso de fabricación más sencillo y menos costoso, son más económicos de producir. Se vuelven populares para proyectos de gran escala y con presupuestos limitados debido a su menor precio inicial.

Ventajas

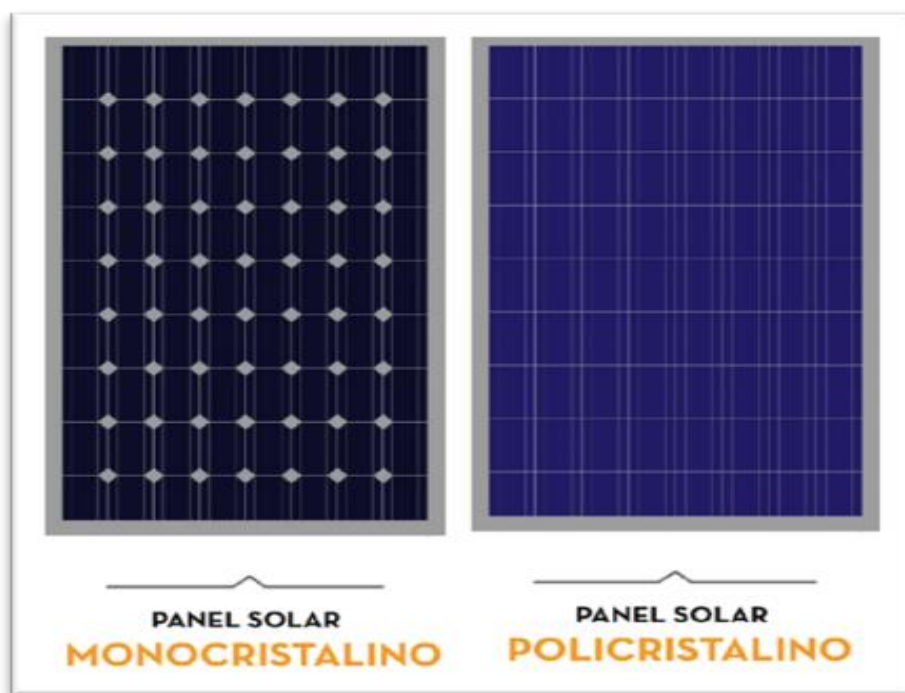
- Los proyectos de energía solar tienen un menor costo inicial y una mayor accesibilidad.
- El proceso de fabricación utiliza menos energía y reduce el desperdicio de materiales.
- Ideal para aplicaciones donde el espacio no es un obstáculo importante.

Desventajas

- Menor eficiencia que los módulos monocristalinos
- Es necesario más espacio para producir la misma cantidad de energía.
- Menos rendimiento en altas temperaturas y baja luz.

Figura 6

Panel solar monocristalino y policristalino



Nota. <https://smartspain.es/panel-solar-monocristalino-policristalino/>

Parámetros eléctricos de los módulos fotovoltaicos. Para comprender el rendimiento y la capacidad de generación de energía de los fotovoltaicos, es esencial comprender sus parámetros eléctricos. Estos parámetros se especifican con frecuencia en las hojas de datos de los fabricantes y permiten la evaluación y comparación de varios módulos fotovoltaicos.

- **Potencia Máxima (Pmax):** El módulo puede producir bajo condiciones de prueba estándar (STC). Se mide en vatios pico (Wp). Para dimensionar un sistema fotovoltaico, este es uno de los factores más cruciales.



- Voltaje en el Punto de Máxima Potencia (V_{mp}): Es el voltaje en el cual el módulo produce su potencia máxima (P_{max}). se mide en voltios(V). es necesario para dimensionar el sistema acuerdo con los requisitos del inversor y las configuraciones de voltaje del sistema.
- Corriente en el Punto de Máxima Potencia (I_{mp}): Es la corriente que genera el módulo cuando produce su potencia máxima (P_{max}). se mide en amperios (A). ayuda a calcular la cantidad de corriente que puede producir un sistema fotovoltaico.
- Voltaje en Circuito Abierto (V_{oc}): Que puede producir el módulo sin ninguna carga conectada. Se mide en voltios(V). Es determinante para el diseño del sistema, especialmente para garantizar que el voltaje no exceda las especificaciones del inversor
- Corriente de Cortocircuito (I_{sc}): Puede generar el módulo cuando los terminales están en cortocircuito. Se mide en amperios(A). Se usa para dimensionar los conductores y los dispositivos de protección del sistema.
- Coeficientes de Temperatura: Indican cómo varían los parámetros eléctricos (P_{max} , V_{oc} , I_{sc}) con la temperatura. ayudan en la evaluación del rendimiento del módulo en diferentes condiciones de temperatura.
- Eficiencia del Módulo: Es la relación entre la potencia máxima (P_{max}) y la cantidad de luz solar incidente sobre el área del módulo. Indica la eficiencia con la que el módulo transforma la luz solar en energía eléctrica.
- Condiciones Estándar de Prueba (STC): Condiciones bajo las cuales se miden los parámetros eléctricos del módulo. Generalmente, se define como 1000 W/m^2 de irradiancia, 25°C de temperatura de célula y espectro AM 1.5. proporcionan una referencia consistente para comparar diferentes módulos.



Parámetros de Rendimiento en Condiciones No Estándar. NOCT

(Temperatura Nominal de Operación de la Célula): Es la temperatura de la célula cuando el módulo opera en condiciones de 800 W/m^2 de irradiancia, 20°C de temperatura ambiente y 1 m/s de velocidad del viento. Indica el rendimiento del módulo en condiciones reales de operación.

Orientación del módulo fotovoltaico. Es fundamental para maximizar la captura de la radiación solar y optimizar la producción de electricidad. Los factores que determinan la orientación de los paneles fotovoltaicos son los siguientes:

- **Ángulo de Inclinación:** Es el ángulo formado entre el plano del módulo fotovoltaico y el suelo horizontal. Un ángulo de inclinación apropiado maximiza la exposición del módulo a la luz solar directa durante todo el año. Una inclinación cercana a 0° (horizontal) puede ser efectiva en latitudes cercanas al ecuador. El ángulo de inclinación ideal en latitudes medias, es aproximadamente igual a la latitud del lugar. En latitudes más altas, se puede elevar ligeramente el ángulo para capturar más energía durante los meses de invierno.
- **Orientación Cardinal:** Muestra la dirección en la que se orienta el módulo fotovoltaico en el plano horizontal. (norte, sur, este, oeste). La orientación cardinal tiene un impacto en la cantidad de luz solar directa que reciben los módulos durante todo el día. La orientación óptima para el hemisferio norte es hacia el sur para maximizar la exposición solar durante todo el día. La orientación óptima en el hemisferio sur es hacia el norte.

Tipos de conexión. De acuerdo con las necesidades del sistema, los módulos fotovoltaicos pueden conectarse de varias maneras para maximizar el voltaje y



la corriente. Las conexiones en serie, en paralelo y mistas son las configuraciones más comunes.

Conexión serie. Los terminales positivos de un módulo se conectan a los terminales negativos del siguiente módulo durante una conexión en serie. La suma de los voltajes de cada módulo constituye el voltaje total del arreglo. La corriente de un solo módulo es igual a la corriente total del arreglo. (Ariza & Gomez, 2015)

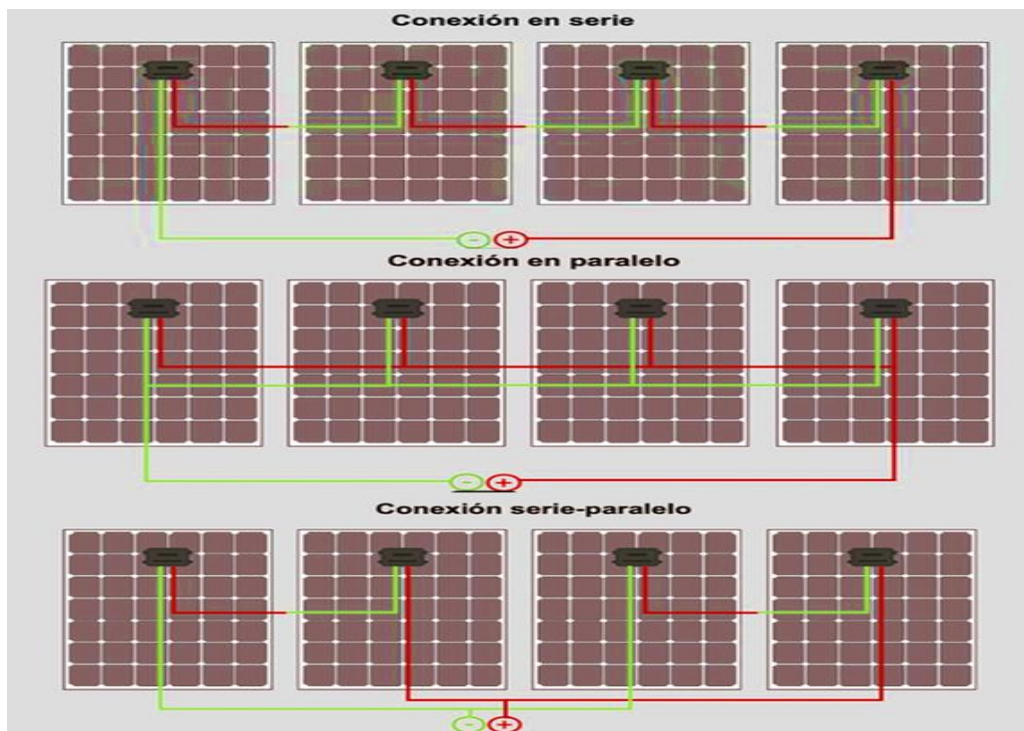
Conexión en paralelo. Los terminales positivos y negativos de los módulos están conectados entre sí durante la conexión en paralelo. El voltaje de un solo módulo es igual al voltaje total del arreglo. La suma de las corrientes de cada módulo constituye la corriente total del arreglo. (Ariza & Gomez, 2015)

Conexión serie-paralelo. En la conexión mixta los módulos se conectan en series de cadenas y luego se conectan en paralelo. El voltaje es igual a la suma de los voltajes de cada serie de módulos. (Ariza & Gomez, 2015)

En la Figura 7 se visualiza un ejemplo de los diferentes tipos de conexión entre paneles solares.

Figura 7

Tipos de conexión de paneles solares



Nota.

Dimensionamiento de los módulos fotovoltaicos. Definir el consumo eléctrico de la instalación y la radiación que recibe en el lugar donde se instalará. Además, es imprescindible fijar un periodo de diseño que comprenda distribuir la energía a lo largo del año y decidir en qué periodo es desfavorable que se produzca generación/consumo. Una vez establecido este periodo, se puede establecer la orientación e inclinación óptimas, respectivamente, de los sistemas fotovoltaicos. (Valdiviezo, 2021)

El número de paneles fotovoltaicos se determina en función de la relación entre la potencia mínima del generador fotovoltaico y la capacidad de los paneles fotovoltaicos seleccionados. Luego se establece la clasificación de voltaje del sistema de almacenamiento para determinar la cantidad de paneles conectados en serie y/o paralelo. Esto se hace en base a este voltaje, que está directamente



relacionado con el voltaje del generador para garantizar que la batería esté cargada. (Alvarado, 2015)

Mantenimiento de los paneles fotovoltaicos. Para garantizar la eficiencia y la durabilidad de los módulos fotovoltaicos, es esencial un mantenimiento adecuado. Esto puede reducir los costos de operación a largo plazo y aumentar la producción de energía.

Mantenimiento Preventivo

- **Limpieza de los Módulos:** Los módulos deben limpiarse con frecuencia para eliminar cualquier suciedad, polvo, hojas, excrementos de aves y otros objetos que bloquen la luz solar. La limpieza se debe realizar al menos dos veces al año, en lugares con mucho polvo o contaminación se debe realizar con más frecuencia. Se debe emplear agua limpia y un paño suave, se debe evitar detergentes abrasivos u objetos que puedan dañar el módulo.
- **Inspección Visual:** Se debe examinar el vidrio de los módulos, estructuras de soporte, conductores y conexiones para así poder detectar daños físicos, corrosión y malas conexiones. Recomendablemente cada tres a seis meses.
- **Monitoreo del Rendimiento:** Se debe cotejar los datos de rendimiento del sistema en tiempo real mediante sistemas de monitoreo y de forma mensual de manera manual, para así identificar disminuciones en la producción de la energía.
- **Comprobación de Conexiones Eléctricas:** Se debe constatar que las conexiones eléctricas estén seguras y limpiar cualquier corrosión presente.
- **Revisión de Sombras:** Se debe verificar que no haya nuevas sombras debido al crecimiento de vegetación u otras construcciones.

Mantenimiento Correctivo

- Reemplazo de Módulos Dañados: se deben sustituir todos los módulos que presenten daños irreparables o disminución significativa en la eficiencia.
- Reparación de Conexiones Eléctricas: reemplazar conductores, conectores y otros componentes eléctricos q estén dañados.
- Actualización del Inversor: sustituir el inversor en caso de fallos o por un modelo más actual y eficiente.

2.2.7. Regulador o controlador de carga

Es esencial para los sistemas fotovoltaicos (PV) y otras aplicaciones de energía renovable que requieren baterías. Su función principal es supervisar la carga y descarga de las baterías, asegurando que se carguen de manera óptima y se protejan contra sobrecargas y descargas profundas. (Villegas & Alcívar, 2020)

Función del regulador de carga

- Protección contra sobrecarga: Evita que las baterías se carguen en exceso, ya que esto podría dañarlas y reducir su vida útil.
- Protección contra descarga profunda: Impide que las baterías se descarguen por debajo de un nivel crítico, lo cual podría dañarlas irreversiblemente.
- Gestión de la carga de corriente: Ajusta la cantidad de corriente que fluye hacia las baterías para obtener una carga eficiente y segura.
- Compensación de la temperatura: Según la temperatura, ajusta el voltaje de carga para maximizar la carga y prolongar la vida útil de las baterías.

Tipo de reguladores de carga

Regulador PWM. Es un dispositivo electrónico utilizado para regular la carga de las baterías conectadas a paneles solares fotovoltaicos. La operación del controlador PWM implica la modulación por ancho de pulso para regular la carga

de las baterías, el controlador ajusta automáticamente la anchura de los pulsos para mantener la carga en niveles seguros. Debido a su simplicidad y bajo costo es ideal para sistemas pequeños y medianos. Su principal desventaja es que es menos eficiente en comparación con los reguladores MMPT. (Villegas & Alcívar, 2020)

Regulador MPPT. Optimiza la extracción de energía solar al rastrear continuamente el punto de máxima potencia (MPP) del panel solar y ajustar la carga de la batería en consecuencia. En comparación con los controladores PWM, los controladores MPPT son más eficientes en condiciones de baja irradiación y temperaturas variables. Figura 8 se muestra un regulador MPPT de la marca Victron Energy

Figura 8

Regulador de voltaje blue solar MPPT



Nota. <https://www.renova-energia.com/productos/regulador-de-voltaje-bluesolar-mppt-10050/>

Características y parámetros clave

- Voltaje nominal: Voltaje para el cual el regulador está diseñado. Valores comunes 12V,24V,48V.



- Corriente máxima de carga: máxima corriente que el regulador puede manejar. Valores comunes 10A, 20A, 30A, 60A, etc.
- Eficiencia de conversión: Porcentaje de energía de entrada que se transforma en energía útil para la carga de la batería. Valores comunes 90% - 98% (más alta en los reguladores MPPT).
- Protecciones integradas: Protecciones contra sobre carga, descarga profunda, cortocircuitos, sobre temperatura, polaridad inversa, etc.
- Compensación de temperatura: Ajusta el voltaje de carga de acuerdo con el entorno, este progreso la eficiencia de carga y prolonga la vida útil de las baterías.

Dimensionamiento. El dimensionamiento de un regulador de carga para un sistema fotovoltaico es esencial para garantizar que funcione de manera segura y eficiente. El proceso implica elegir un regulador que pueda controlar la corriente y el voltaje producidos por los paneles solares y almacenados en las baterías.

Se debe determinar la potencia total generada por todos los módulos fotovoltaicos del sistema, la máxima corriente que fluirá hacia el regulador de carga; Adicionalmente se debe añadir un margen de seguridad (25%) para las variaciones y picos de corriente. Identificar el voltaje nominal del banco de baterías. Posteriormente seleccionar el regulador que se desee emplear PWM – MPPT, verificar las especificaciones del regulador; la corriente nominal debe ser igual o mayor a la corriente máxima de carga calculada y el voltaje nominal debe coincidir con el voltaje del banco de baterías.

Mantenimiento. Para garantizar el funcionamiento adecuado del regulador de carga y prolongar la vida útil del sistema fotovoltaico, es fundamental mantenerlo en buen estado. Se debe realizar una inspección visual cada 3-6 meses para

verificar que no presenten daños físicos, corrosión, acumulación de polvo, conexiones sueltas, conductores dañados y asegurar una buena ventilación y ausencia de obstrucciones. Para la limpieza se debe apagar y desconectar el sistema, limpiar con un paño suave y seco no usar líquidos y productos abrasivos. Monitorear el rendimiento de manera continua y mensual, verificar datos de rendimiento para detectar anomalías comparándolos con datos anteriores. Actualizar el firmware según las indicaciones del fabricante. Realizar un registro de las actividades de mantenimiento, incluyendo las fechas y acciones realizadas.

2.2.8. Batería o sistema acumulador

Las baterías o sistemas acumuladores son parte significativo de los sistemas fotovoltaicos porque almacenan la energía generada por los módulos solares para su uso posterior, especialmente en situaciones en las que no hay producción solar (durante la noche o en días nublados). (Espinoza & Zaroni, 2021)

Figura 9

Batería 12V AGM 250Ah Kaise



Nota. <https://autosolar.pe/baterias-agm-12v/bateria-12v-agm-250ah-kaise>



Tipos de baterías

Baterías de Plomo-Ácido. Funcionan mediante una reacción química entre el plomo y el ácido sulfúrico para almacenar y liberar energía. Durante la carga, la energía eléctrica convierte el sulfato de plomo y el agua en plomo, dióxido de plomo y ácido sulfúrico. Durante la descarga, la reacción se invierte, produciendo electricidad.

Subtipos:

- **Baterías de Plomo-Ácido Abiertas (FLA):** Los tapones de estas baterías se pueden quitar para agregar agua destilada y verificar el nivel de electrolito. Cuando el mantenimiento regular es viable, se usa con frecuencia.
- **Baterías de Gel:** Utilizan un electrolito gelificado, lo que las hace más seguras y requieren menos mantenimiento. Ideal para áreas donde la operación sin mantenimiento es necesaria.
- **Baterías de Absorbent Glass Mat (AGM):** Utilizan un separador de fibra de vidrio que absorbe el electrolito, lo que mejora el rendimiento en ciclos profundos. Comúnmente utilizado para aplicaciones que requieren menor mantenimiento y mayor durabilidad.

Baterías de Ión-Litio. Debido a su alta eficiencia, densidad energética y larga vida útil, las baterías de ión-litio son una opción popular para sistemas de almacenamiento de energía en aplicaciones fotovoltaicas. Las baterías de ión-litio almacenan y liberan energía a través del movimiento de iones de litio entre el ánodo (generalmente hecho de grafito) y el cátodo (hecho de compuestos de litio).

Baterías de Níquel-Cadmio (NiCd). Son conocidas por su robustez y capacidad de operar en condiciones extremas. Los electrodos de las baterías de NiCd son

óxido de níquel y cadmio metálico. Estas baterías son menos susceptibles a la degradación durante el uso continuo y pueden soportar una gran cantidad de ciclos de carga y descarga.

Baterías de Níquel-Metal Hidruro (NiMH). Las baterías de NiMH utilizan electrodos compuestos de níquel y hidruro metálico. Estas baterías son conocidas por tener más capacidad que las baterías de Níquel-Cadmio (NiCd) y por ser menos contaminantes para el medio ambiente.

Ventajas y desventajas. Varían según el tipo, el Tabla 1 se muestra las principales ventajas desventajas de las baterías.

Tabla 1

Ventajas y Desventajas de las Baterías

Batería	Ventajas	Desventajas
Plomo Acido	– Costo inicial más bajo Amplia disponibilidad	Menor eficiencia y ciclo de vida Necesitan mantenimiento regular (especialmente las FLA) Más pesadas y voluminosas
ión – Litio	Alta eficiencia y densidad energética Ciclo de vida más largo Sin necesidad de mantenimiento Menor peso y volumen	Costo inicial más alto Necesitan sistemas de gestión de baterías (BMS)
Níquel Cadmio	– Buen rendimiento a temperaturas extremas Ciclo de vida largo Capacidad de descarga profunda Bajo mantenimiento	Contienen cadmio, un metal pesado tóxico Mayor costo en comparación con las baterías de plomo-ácido Menor eficiencia energética
Níquel – Metal Hidruro	Más amigables con el medio ambiente que las NiCd Mayor capacidad energética Baja autodescarga	Más amigables con el medio ambiente que las NiCd Mayor capacidad energética Baja autodescarga



Características de las baterías

- Capacidad nominal (Ah): Representa la capacidad de una batería para almacenar carga. Medida en amperios-hora.
- Voltaje nominal: Voltaje estándar que proporciona la batería durante la descarga, varía según la química de la batería.
- Energía (Wh): Cantidad total de energía que la batería puede almacenar. Calculada como Capacidad (Ah) \times Voltaje Nominal (V).
- Ciclo de vida: Puede soportar antes de que su capacidad se reduzca a un nivel determinado, generalmente el 80% de su capacidad original.
- Profundidad de descarga (DoD): La cantidad de capacidad que se puede utilizar antes de recargar la batería. Se expresa en porcentaje (%).
- Eficiencia de Carga/Descarga: La relación entre la energía suministrada durante la descarga y la energía requerida para recargar la batería.
- Tasa de Autodescarga: La pérdida de capacidad de la batería cuando no está en uso.
- Temperatura de operación: El rango de temperaturas en el que la batería puede funcionar eficientemente.

Dimensionamiento de las baterías. El dimensionamiento de un sistema de almacenamiento de energía con baterías es un paso importante para garantizar que el sistema pueda satisfacer la necesidad energética de una aplicación específica. Es crucial concluir cuánta energía se consume cada día. Esto se determina sumando el consumo de todos los dispositivos que se alimentarán de la batería. Posteriormente se calcular la capacidad de la batería en función del consumo energético diario y el voltaje del sistema. La capacidad de la batería se debe ajustar para garantizar la autonomía del sistema durante días nublados o

de baja generación de energía. La elección de la batería se realiza teniendo en consideración necesidades específicas, presupuesto, espacio, y condiciones de operación.

Mantenimiento de las baterías. Varía según el tipo, en la Tabla 2 se observa en que consiste el mantenimiento según el tipo de batería.

Tabla 2

Mantenimiento de las Baterías

Baterías de Plomo-Ácido	Baterías de Ión-Litio	Baterías de NiCd y NiMH
Revisión y adición de agua destilada.	Monitoreo del Sistema de Gestión de Baterías (BMS).	Revisión y mantenimiento del electrolito.
Limpieza de terminales. Igualación de cargas periódicas.	Inspección visual y verificación de temperatura.	Igualación de cargas. Inspección visual.

2.2.9. Inversor o convertidor de potencia

Se podría decir que el inversor representa el corazón de un sistema fotovoltaico, dada su función primordial de convertir la corriente continua procedente por los paneles solares en corriente alterna. Esto se debe a que la mayoría de los electrodomésticos y aparatos eléctricos del hogar usan corriente alterna. En la Figura 10 se muestran un inversor híbrido Growatt de 6kW.

Figura 10

Inversor híbrido 6kW Growatt



Nota. <https://autosolar.pe/inversores-hibridos/inversor-hibrido-6kw-growatt>

Funciones del inversor

- **Conversión de CC a CA:** El propósito principal del inversor es transformar la electricidad de CC producida por los paneles solares en electricidad de corriente alterna (CA).
- **Sincronización con la Red:** El inversor sincroniza la salida de CA de los sistemas conectados a la red con la frecuencia y fase de la red eléctrica.
- **Protección del Sistema:** Los inversores incluyen protecciones contra sobrecargas, cortocircuitos, sobretensiones y sub-voltajes.
- **Monitoreo y Comunicación:** Los inversores actuales brindan la capacidad de monitorear el desempeño del sistema y comunicarse con otros sistemas y dispositivos de gestión de energía.

Tipos de inversores

- **Inversores de Cadena (String Inverters):** Conectan varios paneles solares en serie, también conocidos como cadenas, y luego conectan las cadenas en paralelo. Son de bajo costo y fácil de instalar. Si un panel está sombreado o sucio afecta toda la cadena, y esta perderá su rendimiento.



- **Inversores Centrales:** Utilizado en instalaciones solares de gran tamaño. conectan varias cadenas de paneles solares. Debido a su mayor capacidad es adecuado para grandes sistemas, alto costo inicial y menos eficiente en presencia de sombras.
- **Micro inversores:** Se instalan individualmente en cada panel solar. Tienen una mayor eficiencia, un rendimiento ideal para cada panel y una reducción de los efectos del sombreado. Su Instalación es más complicada y de mayor costo inicial.
- **Inversores Híbridos:** Combinan funciones, pueden almacenar energía y conectarse a la red. Tienen un costo elevado.

Dimensionamiento del inversor. El dimensionamiento del inversor es el más sencillo entre todos los demás componentes eléctricos de un sistema fotovoltaico y se utilizan ciertos parámetros para elegirlo correctamente. (Valdiviezo, 2021)

Los parámetros son los siguientes:

- **Potencia nominal del inversor:** Es la potencia de todas las cargas que están conectadas al inversor. Se recomienda utilizar el criterio de la suma de todas las potencias de todos los receptores que puedan trabajar al mismo tiempo y no superar esta potencia nominal.
- **Tensión nominal de entrada:** Es la tensión soportada debido a la tensión del sistema acumulado, por tanto, deben ser iguales.

Mantenimiento. Se debe verificar de manera regular la existencia de desgaste, daños o corrosión, que las conexiones que estén bien conectadas y libres de suciedad; durante su limpieza se debe evitar el uso de agua de forma directa, usar paños secos o levemente humedecidos. Monitorear el rendimiento del inversor para detectar anomalías y revisar los informes de rendimiento



anteriores. Se debe comprobar que estén actualizados el software y firmware del fabricante para optimizar el rendimiento y seguridad.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

Dimensionamiento: se describe al proceso de determinar las dimensiones, capacidad o tamaño adecuados de un sistema o componente para que cumpla con los requisitos determinados de su aplicación.

Modulo: El que capta la energía solar para iniciar el proceso de transformación en energía sostenible, también conocido como panel solar.

Días de autonomía: Se refieren a la cantidad de días en los que el sistema puede producir energía sin recibir nueva energía solar.

POWER: Proporciona datos diarios sobre la temperatura, la humedad, la velocidad y dirección del viento, la precipitación y la radiación solar.

Generador fotovoltaico: Es un sistema que convierte la energía solar en energía eléctrica utilizando módulos fotovoltaicos

Cadenas de paneles: Son configuraciones en las que varios paneles solares se conectan en serie o en paralelo para formar un conjunto que satisface los requisitos de voltaje y corriente del sistema fotovoltaico.

Banco de baterías: Un paquete de baterías es un grupo de celdas conectadas entre sí para almacenar la electricidad producida por un panel solar para su uso posterior.



CAPÍTULO III

PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se propone un enfoque cuasiexperimental para el diseño de la investigación sobre el sistema fotovoltaico aislado para iluminar la plaza principal del centro poblado Sicta. Se llevarán a cabo mediciones y evaluaciones de la demanda energética actual de la plaza, y se diseñará un sistema fotovoltaico en función de estos resultados. Para validar la eficacia del diseño, se comparará el rendimiento del sistema propuesto con los datos recopilados.

El diseño será aplicado, descriptivo y no experimental. Será descriptivo ya que se recopilarán datos detallados sobre la demanda de energía, características técnicas y percepción de la comunidad. No será experimental, ya que no se manipularán variables intencionalmente y se observarán fenómenos tal como se muestran en la realidad.

3.2. TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. Tipo de investigación

Este estudio es de naturaleza aplicada, ya que pretende resolver un problema práctico y concreto, como es el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la plaza de armas del centro poblado



Sicta. El objetivo es utilizar conocimientos y métodos teóricos para diseñar el sistema de manera eficiente y sostenible en una situación del mundo real.

3.2.2. Nivel de investigación

Es descriptivo y no experimental. El objetivo es describir, sin manipular variables, las características y requisitos de un sistema fotovoltaico aislado necesario para cubrir la demanda energética para la iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta. La recopilación de datos se basa en observaciones de las condiciones existentes, como la radiación solar disponible, el consumo de energía de las luminarias y las preferencias de los usuarios, para tener una comprensión clara y detallada de los factores que influyen en el diseño del sistema.

3.3. MÉTODO APLICADO A LA INVESTIGACIÓN

Predominantemente, se utilizará un método cuantitativo para cuantificar la demanda de energía, determinar las características técnicas del sistema y analizar datos numéricos relevantes. Este método será fundamental para calcular la capacidad del sistema, estimar la demanda y evaluar su rentabilidad.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

No se considera una población debido a que en el Centro Poblado Sicta no existen sistemas fotovoltaicos, siendo este el primer estudio que se realiza en la localidad, el cual será el diseño de un sistema fotovoltaico aislado diseñado para la iluminación de la plaza principal en el centro poblado Sicta.

Para la muestra, se considerará las luminarias ya existentes en la plaza principal del centro poblado Sicta y se intentará incluir cada componente del sistema fotovoltaico aislado y evaluarlo en su totalidad para obtener una visión completa y precisa del sistema.



3.5. TÉCNICAS FUENTES E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

3.5.1. Técnicas de Investigación

Revisión Bibliográfica. Se recopilaron documentos técnicos, manuales, artículos científicos, tesis previas, especificaciones del fabricante y otros materiales relacionados con los sistemas Fuentes de Investigación

Estudios de Campo. Se realizaron visitas a la plaza principal del centro poblado Sicta para determinar su ubicación geográfica, condiciones climáticas, niveles de irradiación solar, características de la plaza y sus patrones de uso.

Análisis de la Demanda Energética. Se determino el consumo energético requerido para la iluminación de la plaza. Esto incluye el cálculo de la demanda de energía teniendo en cuenta la cantidad de luminarias y sus horas de funcionamiento.

Análisis Económico y Financiero. Se determino el costo de sistema fotovoltaico aislado mediante el dimensionamiento de los componentes, protecciones, estructuras de montaje y otros accesorios.

3.5.2. Fuentes de Investigación

Tesis y Trabajos Académicos. Se tomaron estudios de tesis relaciones con el tema previos como referencia en donde en los cuales se hayan implementado sistemas fotovoltaicos aislados para la iluminación publica con el fin de identificar mejores prácticas, lecciones aprendidas y recomendaciones para el diseño.

Datos Meteorológicos y de Radiación Solar. Estos son fundamentales para comprender el impacto de los factores climáticos en el diseño del sistema fotovoltaico aislado. Los datos se obtuvieron de NASA POWER este proporciona datos meteorológicos y climáticos de alta calidad relacionadas con la energía, investigación ambiental y desarrollo sostenible.



El diseño de sistemas fotovoltaicos aislados, requieren un análisis de la irradiación horizontal global (la cantidad total de radiación de onda corta recibida desde un punto elevado por una superficie horizontal hacia el suelo) este es la suma de la irradiación horizontal directa (la radiación solar que incide de manera directa a la superficie) y la irradiación difusa horizontal (la radiación que no llega en forma directa desde el sol debido a que ha sido dispersada por partículas en la atmosfera y viene de todas las direcciones).

Condiciones climáticas. La eficiencia de los paneles fotovoltaicos disminuye a altas temperaturas, por lo que es importante conocer las temperaturas máximas y mínimas promedio para estimar correctamente la producción de energía.

Los días nublados por semana, se refiere al número promedio de días en una semana en los que el cielo este cubierto parcial o totalmente por nubes, esto afecta directamente a la producción de energía del sistema fotovoltaico y puede influir en el diseño del sistema.

Proveedores y Fabricantes. Se consultaron catálogos y especificaciones técnicas de proveedores de paneles solares, baterías, reguladores, inversores, estructuras de montaje y otros accesorios. Esto ayudara a seleccionar los componentes adecuados y actualizados para el diseño del sistema fotovoltaico aislado.

3.5.3. Instrumentos de Investigación

NASA POWER (Prediction Of Worldwide Energy Resources). Es un proyecto desarrollado por la Plataforma de Recursos de Energía Fotovoltaica de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) que proporciona datos meteorológicos y climáticos de alta calidad relacionadas con la energía, investigación ambiental y desarrollo sostenible. Los datos de NASA POWER se



encuentran disponibles en cuatro niveles temporales: horario, diario, mensual y climatológico. Los datos que son necesarios para realizar el correcto diseño del sistema fotovoltaico asilado de la plaza principal del centro poblado Sicta son la temperatura, radiación solar y los días nublados por semana.

3.6. PLAN DE RECOPIACIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS

3.6.1. Recolección de Datos

Ubicación geográfica. La Plaza Principal del Centro Poblado Sicta pertenece al distrito de Vilquechico, provincia de Huancané, departamento de Puno. La Plaza Principal del Centro Poblado Sicta se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud: -15.235556° , Longitud: -69.643611°

Irradiación Horizontal Global y Temperatura

Los datos de Irradiación Horizontal Global, Temperatura Máxima, Temperatura Mínima y Días Nublados por Semana, que se obtuvieron de NASA POWER fueron desde el año 2018 hasta el año 2022. A continuación, se muestra los datos obtenidos.

Fuente de datos diarios de resolución nativa de NASA/POWER

Fechas (mes/día/año): 01/01/2018 hasta 12/31/2022

Ubicación: Latitud -15.235556° , Longitud -69.643611°

Parámetros:

- ALLSKY_SFC_SW_DWN: Irradiación horizontal global (kW-hr/m²/día).
- T2M_MAX: Temperatura máxima a 2 metros (°C).
- T2M_MIN: Temperatura mínima a 2 metros (°C).

En la Tabla 3 se muestra el promedio mensual de irradiación horizontal global, temperatura máxima y temperatura mínima durante el año 2018.

Tabla 3*Irradiación Horizontal Global y Temperatura 2018*

MES	ALLSKY_SFC_SW_DWN	T2M_MAX	T2M_MIN
Enero	6.08	13.71	-1.89
Febrero	6.04	13.67	-2.46
Marzo	5.77	12.98	0.33
Abril	6.37	13.68	-2.73
Mayo	6.07	12.91	-4.24
Junio	4.98	12.14	-4.13
Julio	5.36	13.15	-4.36
Agosto	5.96	13.04	-4.52
Setiembre	7.28	15.96	-5.78
Octubre	6.41	15.44	-1.03
Noviembre	6.78	16.39	0.23
Diciembre	6.63	15.55	-1.20
Promedio	6.14	14.05	-2.65

Nota. Elaborado con datos obtenidos de <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

En la Tabla 4 se muestra el promedio mensual de irradiación horizontal global, temperatura máxima y temperatura mínima durante el año 2019.

Tabla 4*Irradiación Horizontal Global y Temperatura 2019*

MES	ALLSKY_SFC_SW_DWN	T2M_MAX	T2M_MIN
Enero	6.20	14.85	0.05
Febrero	5.94	12.62	-0.32
Marzo	6.31	13.94	-0.49
Abril	5.87	13.76	-2.60
Mayo	5.81	14.33	-3.06
Junio	5.55	13.00	-3.96
Julio	5.65	13.65	-3.82
Agosto	6.63	14.27	-4.82
Setiembre	6.43	15.10	-3.34
Octubre	7.33	15.67	-4.60
Noviembre	6.98	15.55	-4.41
Diciembre	6.39	14.39	0.08
Promedio	6.26	14.26	-2.61

Nota. Elaborado con datos obtenidos de <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

En la Tabla 5 se muestra el promedio mensual de irradiación horizontal global, temperatura máxima y temperatura mínima durante el año 2020.

Tabla 5*Irradiación Horizontal Global y Temperatura 2020*

MES	ALLSKY_SFC_SW_DWN	T2M_MAX	T2M_MIN
Enero	6.37	14.21	0.30
Febrero	5.64	13.89	0.81
Marzo	6.19	13.58	-0.80
Abril	6.25	14.73	-1.52
Mayo	5.92	13.90	-3.83
Junio	5.52	13.90	-4.64
Julio	5.87	14.30	-5.12
Agosto	6.38	15.74	-3.85
Setiembre	6.44	15.80	-4.60
Octubre	6.87	17.15	-2.86
Noviembre	8.15	17.13	-1.84
Diciembre	6.47	15.51	-0.38
Promedio	6.34	14.99	-2.36

Nota. Elaborado con datos obtenidos de <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

En la Tabla 6 se muestra el promedio mensual de irradiación horizontal global, temperatura máxima y temperatura mínima durante el año 2021.



Tabla 6

Irradiación Horizontal Global y Temperatura 2021

MES	ALLSKY_SFC_SW_DWN	T2M_MAX	T2M_MIN
Enero	6.20	14.33	0.05
Febrero	6.34	13.81	-1.01
Marzo	5.99	13.03	-1.99
Abril	6.07	13.55	-1.55
Mayo	5.63	13.53	-3.06
Junio	5.57	12.30	-3.70
Julio	5.84	13.41	-4.42
Agosto	6.40	15.72	-4.09
Setiembre	6.71	15.23	-3.35
Octubre	7.49	17.83	-3.23
Noviembre	6.59	14.87	-2.07
Diciembre	5.73	13.81	-0.71
Promedio	6.21	14.29	-2.43

Nota. Elaborado con datos obtenidos de <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

En la Tabla 7 se muestra el promedio mensual de irradiación horizontal global, temperatura máxima y temperatura mínima durante el año 2022.

Tabla 7

Irradiación Horizontal Global y Temperatura 2022

MES	ALLSKY_SFC_SW_DWN	T2M_MAX	T2M_MIN
Enero	6.29	15.72	-1.27
Febrero	6.41	13.88	-0.70
Marzo	6.02	13.58	-1.87
Abril	6.47	14.83	-2.71
Mayo	6.02	13.83	-4.09
Junio	5.57	13.80	-5.31
Julio	5.75	15.14	-4.10
Agosto	6.27	16.37	-4.88
Setiembre	6.69	17.30	-3.85
Octubre	7.72	18.04	-4.05
Noviembre	8.12	18.34	-3.90
Diciembre	6.37	17.41	-4.46
Promedio	6.48	15.69	-3.43

Nota. Elaborado con datos obtenidos de <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

Días nublados por semana

Datos meteorológicos mensuales y anuales de 5 años (Enero 2018 – Diciembre 2022).

Ubicación: Latitud -15.235556° , Longitud -69.643611° .

Parámetros:

- **EQUIV_NO_SUN_CONSEC_07**: Numero equivalente de días sin sol durante un periodo consecutivo de 7 días.

En la Tabla 8 se muestra el promedio mensual y anual de los días equivalentes sin sol en un periodo consecutivo de 7 días, durante 5 años.

Tabla 8

Días Nublados por Semana Durante 2018-2022

PARAMETR OS	EN E	FE B	MA R	AB R	MA Y	JU N	JU L	AG O	SE P	OC T	NO V	DI C
EQUIV_NO_ SUN	1.9	1.6	1.9	2.0	2.0	1.8	2.2	2.2	2.1	1.4	1.9	1.9
CONSEC_07	8	7	4	7	8	6	0	2	0	4	9	5

Nota. Elaborado con datos obtenidos de <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

Luminarias de la Plaza Principal del Centro Poblado Sicta. Son un total 16 luminarias de halogenuro metálico de 80Watts. Estas inician su funcionamiento a las 6.00 pm y finalizan a las 6.00 am del día siguiente. Son 12 horas de funcionamiento continuo.

En la Tabla 9 se muestra el horario de funcionamiento, la cantidad de luminarias encendidas y la potencias de cada una.



Tabla 9

Horario de Funcionamiento y Potencia de las Luminarias

INICIO	FIN	LUMINARIAS	POTENCIA (W)
06:00:00 p.m	07:00:00 p.m	16	80
07:00:00 p.m	08:00:00 p.m	16	80
08:00:00 p.m	09:00:00 p.m	16	80
09:00:00 p.m	10:00:00 p.m	16	80
10:00:00 p.m	11:00:00 p.m	16	80
11:00:00 p.m	12:00:00 p.m	16	80
12:00:00 p.m	01:00:00 a.m	16	80
01:00:00 a.m	02:00:00 a.m	16	80
02:00:00 a.m	03:00:00 a.m	16	80
03:00:00 a.m	04:00:00 a.m	16	80
04:00:00 a.m	05:00:00 a.m	16	80
05:00:00 a.m	06:00:00 a.m	16	80

Nota. Elaboración propia.

Demanda Energética. La iluminación de la Plaza Principal del Centro Poblado Sicta consta de 16 luminarias de 80W de potencia, Estas funcionan 12 horas diarias de manera continua.

Paneles Fotovoltaicos. En el diseño del sistema fotovoltaico se emplearon paneles solares monocristalinos, estos poseen una mayor potencia, ofrecen un excelente rendimiento y consiguen la máxima radiación en bajas temperaturas.

En la Tabla 10 se puede apreciar los distintos paneles propuestos con sus respectivas marcas, potencias y precios.

**Tabla 10***Paneles Propuestos*

MARCA	TIPO	P _{MAX} (W)	PRECIO UNITARIO (S/.)
Ja SOLAR	Monocristalino	450	672.20
EcoGreen	Monocristalino	450	659.90
Ja SOLAR	Monocristalino	500	690.01
Ja SOLAR	Monocristalino	545	715.50
Tensite	Monocristalino	550	713.40
EcoGreen	Monocristalino	550	705.85

*Nota.*Elaboración propia con datos obtenidos de: <https://autosolar.pe/paneles-solares/paneles-monocristalinos>

3.6.2. Procesamiento de Datos

Los datos diarios de irradiación horizontal global, temperatura máxima y temperatura mínima que se obtuvieron de NASA POWER, se analizaron mediante una hoja de cálculo de Excel para determinar los valores máximos, mínimos y el promedio.

Irradiación Horizontal Global.

En la Tabla 11 se muestra el promedio mensual de irradiación horizontal global durante cada mes de los años 2018,2019,2020,2021 y 2022.

Tabla 11*Irradiación Horizontal Global Promedio 2018-2022*

MES/AÑO	2018	2019	2020	2021	2022	PROMEDIO
Enero	6.08	6.20	6.37	6.20	6.29	6.23
Febrero	6.04	5.94	5.64	6.34	6.41	6.07
Marzo	5.77	6.31	6.19	5.99	6.02	6.06
Abril	6.37	5.87	6.25	6.07	6.47	6.21
Mayo	6.07	5.81	5.92	5.63	6.02	5.89
Junio	4.98	5.55	5.52	5.57	5.57	5.44
Julio	5.36	5.65	5.87	5.84	5.75	5.69
Agosto	5.96	6.63	6.38	6.40	6.27	6.33
Setiembre	7.28	6.43	6.44	6.71	6.69	6.71
Octubre	6.41	7.33	6.87	7.49	7.72	7.16
Noviembre	6.78	6.98	8.15	6.59	8.12	7.32
Diciembre	6.63	6.39	6.47	5.73	6.37	6.32
PROMEDIO	6.14	6.26	6.34	6.21	6.48	6.29

Nota. Elaboración propia con los datos obtenidos de la Tablas 1,2,3,4 y 5.

Según el promedio de irradiación horizontal global que se observa en la Tabla 11 se determinó lo siguiente:

- El valor máximo de irradiación horizontal global se da durante el mes Noviembre: 7.32
- El valor mínimo de irradiación horizontal global se da durante el mes Junio: 5.44
- La irradiación horizontal global promedio es: 6.29

Temperatura máxima

En la Tabla 12 se muestra el promedio mensual temperatura máxima durante cada mes de los años 2018,2019,2020,2021 y 2022. También se muestra el promedio mensual y anual.

Tabla 12*Temperatura Máxima Promedio 2018-2022*

MES/AÑO	2018	2019	2020	2021	2022	PROMEDIO
Enero	13.71	14.85	14.21	14.33	15.72	14.56
Febrero	13.67	12.62	13.89	13.81	13.88	13.57
Marzo	12.98	13.94	13.58	13.03	13.58	13.42
Abril	13.68	13.76	14.73	13.55	14.83	14.11
Mayo	12.91	14.33	13.90	13.53	13.83	13.70
Junio	12.14	13.00	13.90	12.30	13.80	13.03
Julio	13.15	13.65	14.30	13.41	15.14	13.93
Agosto	13.04	14.27	15.74	15.72	16.37	15.03
Setiembre	15.96	15.10	15.80	15.23	17.30	15.88
Octubre	15.44	15.67	17.15	17.83	18.04	16.83
Noviembre	16.39	15.55	17.13	14.87	18.34	16.46
Diciembre	15.55	14.39	15.51	13.81	17.41	15.33
PROMEDIO	14.05	14.26	14.99	14.29	15.69	14.65

Nota. Elaboración propia con los datos obtenidos de la Tablas 1,2,3,4 y 5.

Según el promedio de temperatura máxima que se observa en la Tabla 12 se determinó lo siguiente:

- El valor más alto de temperatura máxima se da durante el mes Octubre: 16.83
- El valor más bajo de temperatura máxima se da durante el mes Junio: 13.03
- La temperatura máxima promedio es: 14.65

Temperatura Mínima

En la Tabla 13 se muestra el promedio mensual temperatura mínima durante cada mes de los años 2018,2019,2020,2021 y 2022. También se muestra el promedio mensual y anual.

Tabla 13*Temperatura Mínima Promedio 2018-2022*

MES/AÑO	2018	2019	2020	2021	2022	PROMEDIO
Enero	-1.89	0.05	0.30	0.05	-1.27	-0.55
Febrero	-2.46	-0.32	0.81	-1.01	-0.70	-0.74
Marzo	0.33	-0.49	-0.80	-1.99	-1.87	-0.96
Abril	-2.73	-2.60	-1.52	-1.55	-2.71	-2.22
Mayo	-4.24	-3.06	-3.83	-3.06	-4.09	-3.66
Junio	-4.13	-3.96	-4.64	-3.70	-5.31	-4.35
Julio	-4.36	-3.82	-5.12	-4.42	-4.10	-4.36
Agosto	-4.52	-4.82	-3.85	-4.09	-4.88	-4.43
Setiembre	-5.78	-3.34	-4.60	-3.35	-3.85	-4.18
Octubre	-1.03	-4.60	-2.86	-3.23	-4.05	-3.15
Noviembre	0.23	-4.41	-1.84	-2.07	-3.90	-2.40
Diciembre	-1.20	0.08	-0.38	-0.71	-4.46	-1.33
PROMEDIO	-2.65	-2.61	-2.36	-2.43	-3.43	-2.70

Nota. Elaboración propia con los datos obtenidos de la Tablas 1,2,3,4 y 5.

Según el promedio de temperatura mínima que se observa en la Tabla 13 se determinó lo siguiente:

- El valor más alto de temperatura mínima se da durante el mes Noviembre: -0.55
- El valor más bajo de temperatura mínima se da durante el mes Junio: -4.43
- La temperatura mínima promedio es: -2.70

Días nublados por semana

En la Tabla 14 se muestra el promedio mensual del número de días sin sol durante un periodo consecutivo de 7 días. En un periodo de 5 años (2018 – 2022).



Tabla 14

Promedio de Días Nublados por Semana 2018-2022

MES	DÍAS NUBLADOS POR SEMANA
Enero	1.98
Febrero	1.66
Marzo	1.94
Abril	2.06
Mayo	2.06
Junio	1.85
Julio	2.19
Agosto	2.21
Setiembre	2.09
Octubre	1.44
Noviembre	1.99
Diciembre	1.94
PROMEDIO	1.95

Nota. Elaboración propia con datos obtenidos de:

<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

En la Tabla 14 se puede observar que el promedio de días sin sol durante un periodo consecutivo de 7 días es de: 2 días.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PLAZA PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO SICTA

El centro poblado Sicta se halla ubicado en el departamento de Puno, provincia de Huancané, distrito de Vilquechico, el clima es de tipo lluvioso, frío y con otoño e invierno seco como la mayoría de la región sur. Los pobladores del centro poblado Sicta tienen como importante actividad la ganadería y la agricultura, la plaza principal del centro poblado es el lugar donde los pobladores se reúnen a realizar sus actividades sociales como reuniones, fiestas y comercio. La plaza principal del centro poblado Sicta se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas:

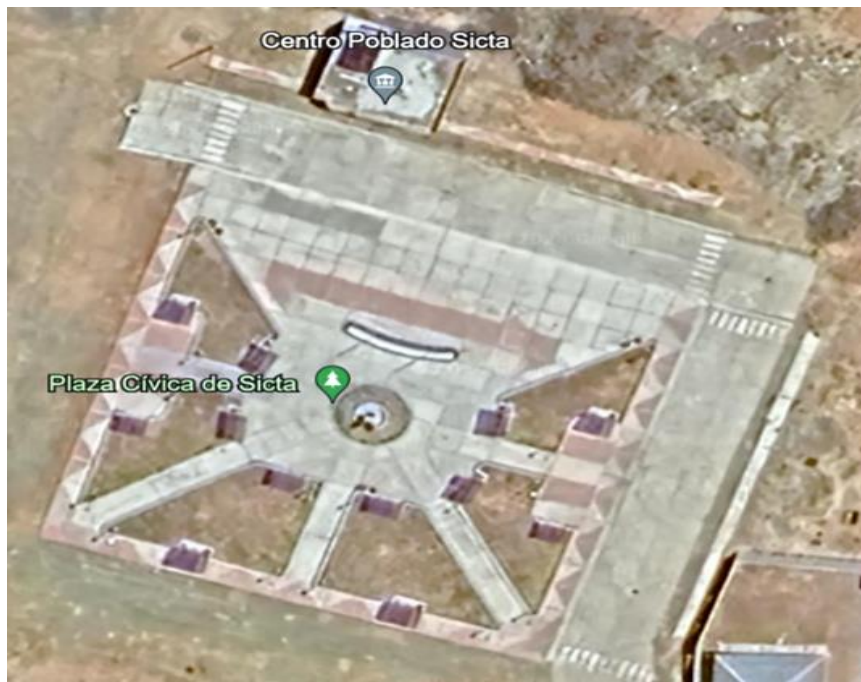
- Latitud: -15.235556°
- Longitud: -69.642311°

Para tener una mejor apreciación de la plaza principal se muestran las siguientes imágenes:

- La figura 11 muestra la plaza principal desde el aire.
- En la Figura 12 se visualiza la plaza principal del centro poblado Sicta.

Figura 11

Vista aérea de la Plaza Principal del Centro Poblado Sicta



Nota. <https://earth.google.com/web/@-15.2361274,-69.64348997>

Figura 12

Plaza Principal del Centro Poblado Sicta



Nota. Elaboración propia

4.2. ILUMINACIÓN DE LA PLAZA PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO

SICTA

El estudio de iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta fue realizado por el municipio distrital de Vilquechico, por lo tanto, no es necesario realizar un estudio de iluminación ya que las luminarias ya se encuentran colocadas en la plaza principal. Son un total de 16 lámparas de halogenuro metálico de 80 watts de potencia instaladas en postes metálicos 3" x 3mm con altura de 3.5 metros. La iluminación de la plaza carece un presupuesto para realizar los pagos correspondientes por lo tanto solo se encienden en días específicos como fiestas o reuniones. Adicionalmente se presentan cortes frecuentes en el suministro de energía en la comunidad debido a defectos en la red eléctrica existente o interferencias climáticas.

En la Figura 13 se puede apreciar una luminaria de la plaza principal del centro poblado Sicta.

Figura 13

Lampara de halogenuro metálico de 80Watts



Nota. Elaboración propia

4.3. DATOS METEOROLÓGICOS EN LA PLAZA PRINCIPAL DEL CENTRO

POBLADO SICTA

Los datos meteorológicos requeridos para el diseño del sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la Plaza Principal del Centro Poblado Sicta son:

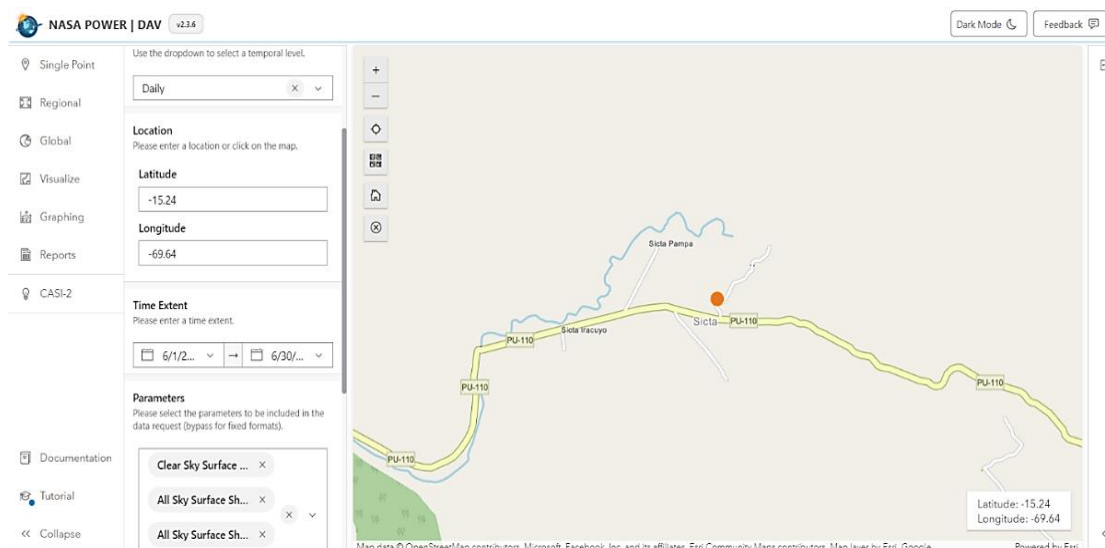
- Irradiación horizontal global
- Temperatura ambiente
- Días nublados por semana.

Estos datos se obtuvieron mediante NASA POWER, esta plataforma proporciona datos sobre la disponibilidad y el rendimiento de la energía solar en ubicaciones específicas de la Tierra.

En la Figura 14 se muestra el POWER Visor de Acceso a Datos.

Figura 14

POWER Data Access Viewer (DAV)



Nota. Interfaz del POWER Data Access Viewer. Fuente: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

Para lograr los datos de temperatura e irradiación de la plataforma POWER se debe conocer la ubicación geográfica en donde se ejecutará el proyecto y

establecer un periodo de tiempo de estudio. La plaza principal del centro poblado Sicta se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas:

- Latitud: -15.235556°
- Longitud: -69.643611°

Los datos obtenidos tuvieron una duración de 5 años de estudio, estos iniciaron el 01/01/2018 y finalizaron el 31/12/2022.

4.3.1. Irradiación horizontal global

Las tecnologías fotovoltaicas, necesitan de un análisis de la irradiación horizontal global (la cantidad de radiación de onda corta recibida desde un punto elevado por una superficie horizontal hacia el suelo). En la Tabla 15 se muestra el promedio mensual de irradiación horizontal global en la plaza principal del centro poblado Sicta, durante los años 2018 – 2022.

Tabla 15

Irradiación Horizontal Global en la Plaza Principal del Centro Poblado Sicta

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Irradiación												
Horizontal	6.23	6.07	6.06	6.21	5.89	5.44	5.69	6.33	6.71	7.16	7.32	6.32
Global												

Nota. La irradiación horizontal global tiene como unidad de medida: kWh/m²/dia.

Elaboración propia con los datos de la Tabla 11.

Según los datos mostrados en la Tabla 15, el menor promedio de irradiación horizontal global se da en el mes de Junio: 5.44 kWh/m²/dia. Por lo tanto, se tomó la irradiación de este mes para el diseño del sistema fotovoltaico aislado debido a que es el menos favorable.

4.3.2. Temperatura ambiente

La eficiencia de los paneles fotovoltaicos disminuye a altas temperaturas, por lo que es importante conocer las temperaturas máximas y mínimas promedio para estimar correctamente la producción de energía.

Temperatura máxima

En la Tabla 16 se muestra la temperatura máxima promedio en la plaza principal del centro poblado Sicta, durante los años 2018 – 2022.

Tabla 16

Temperatura Máxima en la Plaza Principal del Centro Poblado Sicta

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temperatura Máxima	14.56	13.57	13.42	14.11	13.70	13.03	13.93	15.03	15.88	16.83	16.46	15.3

Nota. La temperatura máxima tiene como unidad de medida: °C. Fuente:

Elaboración propia con los datos obtenidos de la Tabla 12.

Verificando los datos que se muestran en la Tabla 16, se determinó que el promedio más alto temperatura máxima es del mes de Octubre: 16.83 °C; por lo cual se tomó este valor para el diseño del sistema fotovoltaico aislado.

Temperatura mínima

En la Tabla 17 se puede apreciar la temperatura mínima promedio en la plaza principal del centro poblado Sicta durante cada mes, durante los años 2018 – 2022.

Tabla 17*Temperatura Mínima en la Plaza Principal del Centro Poblado Sicta*

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temperatura Mínima	-0.55	-0.74	-0.96	-2.22	-3.66	-4.35	-4.36	-4.43	-4.18	-3.15	-2.4	-1.3

Nota. La temperatura mínima tiene como unidad de medida: °C. Fuente:

Elaboración propia con los datos obtenidos de la Tabla 13.

Según los datos que se muestran en la Tabla 17, se pudo observar que la temperatura mínima promedio se da en el mes de Agosto: -4.36°C ; se empleó este valor en el diseño del sistema fotovoltaico aislado.

4.3.3. Días nublados por semana

Días nublados por semana se refiere al número promedio de días en una semana en los que el cielo está cubierto parcial o totalmente por nubes, lo cual reduce la cantidad de radiación solar directa que llega al suelo. La cantidad de días nublados afecta directamente la producción de energía del sistema fotovoltaico y puede influir en el diseño y dimensionamiento del almacenamiento de energía. Según los datos mostrados en la Tabla 14 se determinó que el promedio máximo de días nublados consecutivos por semana es de 2 días. Por lo tanto, se consideró 2 días de autonomía en el diseño del sistema fotovoltaico aislado.

4.4. DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO

4.4.1. Cálculo de la demanda energética

La demanda de energía que debe generar el sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la plaza principal se determinará mediante la potencia de las luminarias y su consumo de energía durante su periodo de funcionamiento.

Las luminarias son un total de 16 y tienen 80 watts de potencia cada una, estas inician su funcionamiento a las 6:00 p.m. y termina a las 6:00 a.m. del día siguiente.

En la Tabla 18 se muestra el horario de funcionamiento, el tiempo de funcionamiento, el número de luminarias su potencia y la demanda de energía.

Tabla 18

Demanda de Energía

HORARIO DE FUNCIONAMIENTO	TOTAL, HORAS	LUMINARIAS	POTENCIA (W)	DEMANDA DE ENERGÍA (Wh/día)
6.00 pm – 6.00 am	12	16	80	15360

Nota. Elaboración propia.

La demanda de energía que debe generar el sistema fotovoltaico aislado durante un día es de 15360Wh.

Para diseñar correctamente el sistema fotovoltaico se debe tabular la demanda de energía real que se debe generar, para ello se empleara la siguiente formula:

$$E = \frac{E_T}{R}$$

$$R = (1 - k_b - k_i - k_r - k_v) \times (1 - k_a \times \frac{N}{P_d})$$

Donde:

E = Demanda de energíar eal

E_T = Demanda de energia teórica

R = Rendimiento global de la instalación

Rendimiento global

Formula:

$$R = (1 - k_b - k_i - k_r - k_v) \times (1 - k_a \times \frac{N}{P_d})$$

Donde:

Kb: Coeficiente de pérdidas por rendimiento en el acumulador.

- Acumuladores viejos, temperaturas bajas, descargas intensas: 0.1
- Acumuladores nuevos, sin descargas intensas: 0.05

Ka: Fracción de energía que se pierde por autodescarga.

- Batería de baja auto-descarga, sin mantenimiento: 0.002
- Baterías estacionarias de energía solar: 0.005
- Batería de alta autodescarga: 0.012

Ki: Pérdidas por el rendimiento del inversor.

- No hay inversor en la instalación: 0
- Rendimiento inversor 95%: 0.05
- Rendimiento inversor 90%: 0.1
- Rendimiento inversor 85%: 0.15
- Rendimiento inversor < 85%: 0.2

Kr: Pérdida en el controlador de carga

- Controlador de carga antiguo, poco eficiente: 0.15
- Controlador de carga eficiente: 0.1

Kv: Otras pérdidas

- Si se ha realizado un estudio detallado de pérdidas en equipos: 0.05
- Si no se tiene en cuenta pérdidas en cableado y equipos: 0.15

N: Número de días de autonomía para asegurar un servicio sin carga.

- Instalación especial con servicio prioritario: 15
- Instalación especial alta fiabilidad: 20

Pd: Profundidad de descarga máxima admisible.

- batería descarga hasta el 90%: 0.9
- batería descarga hasta el 80%: 0.8
- batería descarga hasta el 70%: 0.7
- batería descarga hasta el 60%: 0.6
- batería descarga hasta el 50%: 0.5
- batería descarga hasta el 40%: 0.4
- batería descarga hasta el 30%: 0.3

Cálculo del rendimiento global

$$R = (1 - k_b - k_i - k_r - k_v) \times (1 - k_a \times \frac{N}{P_d})$$

$$R = (1 - 0.05 - 0.05 - 0.1 - 0.15) \times (1 - 0.005 \times \frac{2}{0.6})$$

$$R = 0.639$$

Cálculo de demanda de energía real

$$E = \frac{15360}{0.639}$$

$$E = 24037.56 \text{ Wh/día}$$

La demanda de energía real que debe generar el sistema fotovoltaico asilado es: 24037.56Wh/día.

Cálculo de la potencia instalada

$$P_{inst} = \text{Numero de luminarias} \times \text{Potencia}$$

$$P_{inst} = 16 \times 80$$

$$P_{inst} = 1280W$$

4.4.2. Datos iniciales de diseño

Demanda energética. La demanda energética es la cantidad de energía que debe generar el sistema fotovoltaico aislado, este valor se encuentra disponible en la Tabla 6, la demanda de energía real es de 24037.56Wh/día.

Horas solar pico. Las horas sol pico (HSP) son una medida de la cantidad de energía solar recibida por un área durante un día. Una HSP equivale a una hora de radiación solar directa recibida a una potencia de 1000 vatios por metro cuadrado (W/m^2).

Para calcular las HSP se debe obtener los datos de radiación solar, en este caso será la irradiación horizontal global($kWh/m^2/dia$) y dividirla por $1 kW/m^2$ ($1000 W/m^2$). El resultado será el número de HSP.

En la Tabla 13. Se puede observar que el mes de junio es cuando se presenta el menor promedio de irradiación horizontal global, entonces se tomó este valor; al ser este el mes menos favorable. El promedio de irradiación horizontal global del mes de junio es de $5.44 kWh/m^2/día$.

Para realizar el cálculo de las HSP se empleará la siguiente formula:

$$HSP = \frac{Irradiacion\ horizontal\ Global}{1kW/m^2}$$

Reemplazando valores

$$HSP = \frac{5.44kWh/m^2 / dia}{1kW/m^2}$$

$$HSP = 5.44h/dia$$

Potencia del generador fotovoltaico. La potencia del generador fotovoltaico se refiere a la máxima cantidad de energía eléctrica que puede generar el sistema fotovoltaico aislado. Esta se calcula mediante la siguiente formula:



$$P_{G-FV} = \frac{\text{Demanda Energetica}}{HSP}$$

Reemplazando valores

$$P_{G-FV} = \frac{24037.56 \text{ Wh/dia}}{5.44 \text{ h/dia}}$$

$$P_{G-FV} = 4418.67 \text{ W}$$

Tensión nominal. Se refiera a la tensión en la cual operara el sistema fotovoltaico aislado, esta se determina mediante la Tabla 19 en la cual se muestra la tensión del sistema óptima en base de la potencia del generador fotovoltaico.

Tabla 19

Tensión de Sistemas Fotovoltaicos

TENSIÓN DEL SISTEMA	
Potencia	Tensión Nominal
$P \leq 1500 \text{ W}$	12 V
$1500 \geq P \leq 5000 \text{ W}$	24 V
$1500 \geq P \geq 5000 \text{ W}$	48 V
$P \geq 5000 \text{ W}$	120 o 300 V

La potencia del generador fotovoltaico calculada es de 4418.67W por lo tanto tensión del sistema será de 48V.

Temperatura máxima. La temperatura máxima en la plaza principal del centro poblado Sicta es: 16.83 °C

Temperatura mínima. La temperatura mínima en la plaza principal del centro poblado Sicta es: -4.36 °C

Días nublados consecutivos por semana. El máximo número de días consecutivos sin sol en una semana es: 2 días nublados por semana.

Se recopilaron los datos iniciales para el correcto diseño del sistema fotovoltaico aislado por la iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta, los datos se muestran en la Tabla 20.

Tabla 20*Datos Iniciales de Diseño*

DATOS INICIALES DE DISEÑO		
Demanda de energía real	24037.56	Wh/día
Potencia instalada	1280	W
Horas solar pico	5.44	h/día
Tensión del sistema	48	V
Temperatura máxima	16.83	°C
Temperatura mínima	-4.43	°C
Días nublados por semana	2	día

Nota. Elaboración propia.

4.4.3. Cálculo del número de módulos fotovoltaicos

Para realizar el cálculo del número de módulos fotovoltaicos que se requieren para cubrir la demanda de energía se empleara la siguiente formula:

$$N^{\circ}\text{módulos} = \frac{P_{G-FV}}{P_{FV}}$$

Donde:

P_{G-FV} : Potencia del generador fotovoltaico

P_{FV} : Potencia del módulo fotovoltaico elegido

La potencia del módulo fotovoltaico elegido se refiere a la potencia máxima del módulo fotovoltaico que desea emplear en el sistema. Antes de realizar el cálculo del número de módulos que serán necesario se debe realizar una corrección las características eléctricas en condiciones NOCT del módulo elegido, esto debido que la influencia de la temperatura ambiente puede afectar al rendimiento del

módulo. Estas correcciones nos ofrecen una estimación más realista de cómo funcionará el módulo solar en condiciones típicas del mundo real.

El módulo que se empleara en el sistema fotovoltaico aislado es el módulo ECOGREEN 550W monocristalino. En la Tabla 21 se muestran sus principales características.

Tabla 21

Ficha Técnica Panel ECOGREEN 550W

FICHA TÉCNICA DEL PANEL FOTOVOLTAICO ECOGREEN 550W		
MONOCRISTALINO		
Pmax	410.10	W
Vpm	38.42	V
Ipm	10.66	A
Voc	46.07	V
Isc	11.39	A
TNOCT	45.00	°C
Coef. Temp. Pmax	-0.350	%
Coef. Temp. Voc	-0.275	%
Coef. Temp. Isc	0.048	%
Alto	2279.00	mm
Largo	1134.00	mm
Ancho	35.00	mm

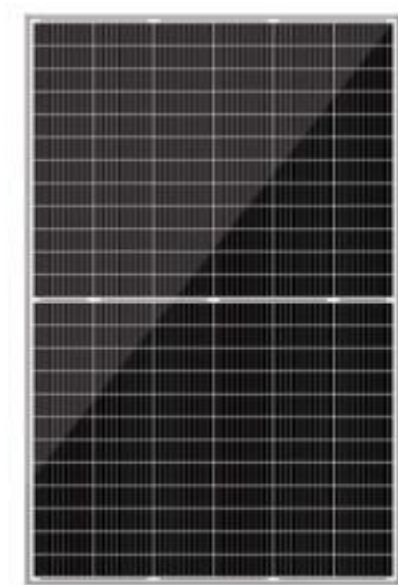
Nota. Elaboración propia con los datos obtenidos de:

<https://cdn.autosolar.pe/pdf/datasheet-panel-550w-24v-ecogreen.pdf>

En la Figura 15 se visualiza el panel fotovoltaico ECOGREEN 550W

Figura 15

Panel ECOGREEN 550W



Nota. <https://autosolar.pe/paneles-solares-24v/panel-solar-550w-24v-monocristalino-perc-ecogreen>

Corrección de las características eléctricas por Influencia de la temperatura

Temperatura de la celda

$$T_c = T_a + G \times \frac{T_{NOCT} - 20}{800}$$

$$T_c = 16.83 + 1000 \times \frac{45 - 20}{800}$$

$$T_c = 48.08$$

Variación de la potencia máxima

$$\Delta P_{max} = (T_{cmax} - 25)^\circ C * Coef. T_{Pmax} \% / ^\circ C$$

$$\Delta P_{max} = (48.08 - 25)^\circ C * (-035) \% / ^\circ C$$

$$\Delta P_{max} = -8.08\%$$



Variación de tensión de circuito abierto

$$\Delta V_{oc} = (T_{cmin} - 25)^{\circ}C * Coef. T_{V_{oc}} \% / ^{\circ}C$$

$$\Delta V_{oc} = ((-4.43) - 25)^{\circ}C * (-0.275) \% / ^{\circ}C$$

$$\Delta V_{oc} = 8.07\%$$

Variación de intensidad de cortocircuito

$$\Delta I_{sc} = (T_{cmax} - 25)^{\circ}C * Coef. T_{I_{sc}} \% / ^{\circ}C$$

$$\Delta I_{sc} = (48.08 - 25)^{\circ}C * 0.045 \% / ^{\circ}C$$

$$\Delta I_{sc} = 1.11\%$$

Potencia máxima corregida

$$P_{max\text{corregida}} = P_{max} \times \left(1 + \frac{\Delta P_{max}}{100}\right)$$

$$P_{max\text{corregida}} = 378 \times \left(1 + \frac{-8.08}{100}\right)$$

$$P_{max\text{corregida}} = 376.97$$

Tensión de circuito abierto corregido

$$V_{oc\text{corregido}} = V_{oc} \times \left(1 + \frac{\Delta V_{oc}}{100}\right)$$

$$V_{oc\text{corregido}} = 46.07 \times \left(1 + \frac{8.07}{100}\right)$$

$$V_{oc\text{corregido}} = 49.79$$

Intensidad de cortocircuito corregido

$$I_{sc\text{corregido}} = I_{sc} \times \left(1 + \frac{\Delta I_{sc}}{100}\right)$$

$$I_{sc\text{corregido}} = 11.39 \times \left(1 + \frac{1.11}{100}\right)$$

$$I_{sc\text{corregido}} = 11.52$$

En la Tabla 22 se puede apreciar las características eléctricas ya corregidas.

Tabla 22*Parámetros eléctricos corregidos ECOGREEN 550W*

Tc	48.08	°C
Var. Potencia	-8.08	%
Var. Voc	8.07	%
Var. Isc	1.11	%
Pot. Max corregida	376.97	W
Voc corregido	49.79	V
Isc corregido	11.52	A

Cantidad de módulos fotovoltaicos

$$N^{\circ}\text{módulos} = \frac{P_{G-FV}}{P_{FV}}$$

$$N^{\circ}\text{módulos} = \frac{4418.67 \text{ W}}{379.97}$$

$$N^{\circ}\text{módulos} = 11.721 \approx 12$$

Potencia del generador fotovoltaico

$$P_{G-FV} = N^{\circ}\text{paneles} \times P_{FV}$$

$$P_{G-FV} = 12 \times 379.97$$

$$P_{G-FV} = 4523.67 \text{ W}$$

Son necesarios un total de 12 módulos de 550W con los cuales se obtendrá una potencia de el generador fotovoltaico de 4523.67W, esta potencia es superior a los 4418.67W que requiere el sistema fotovoltaico aislado.

4.4.4. Dimensionamiento del banco de baterías

Para determinar la capacidad del banco de baterías que se empleará para almacenar la energía generada por el sistema fotovoltaico aislado, se empleará la siguiente formula:

$$\text{Capacidad(Ah)} = \frac{\text{Demandaenergetica} \times \text{Dias de autonomia}}{V \times PD}$$



Los datos requeridos para poder realizar este procedimiento se muestran en la Tabla 8, donde:

- Demanda energética: 24037.56W
- Días de autonomía: 2
- Voltaje (V): 48V
- Profundidad de descarga (PD): 0.6

Se considero una profundidad de descarga de 60% para equilibrar el rendimiento y alargar la vida útil de la batería.

Cálculo de capacidad del banco de baterías

$$Capacidad(Ah) = \frac{Demanda\ energetica \times Dias\ de\ autonomia}{V \times PD}$$

$$Capacidad(Ah) = \frac{24037.56 \times 2}{48 \times 0.6}$$

$$Capacidad(Ah) = 1669.27 Ah$$

La capacidad del banco de baterías que se requiere para el sistema fotovoltaico aislado es de 1669.27 Ah. Con la capacidad ya definida se procederá a determinar la cantidad de baterías que comprenderán el banco.

Se determinó que las baterías que se empleara es la Ultracell UZS600-6 de 600Ah y un voltaje de 6V. Estas baterías suelen utilizarse en aplicaciones donde se necesita energía de respaldo constante, están diseñadas para proporcionar una fuente de energía confiable y duradera en entornos estacionarios.

Cálculo del número de baterías

Para calcular el número de baterías necesarias, se emplearán las siguientes formulas:

$$N^{\circ} \text{Baterias en serie} = \frac{V_{sistema}}{V_{bateria}}$$



$$N^{\circ}_{\text{Baterías en paralelo}} = \frac{\text{Capacidad del banco de baterías}}{\text{Capacidad de la batería}}$$

$$C_{\text{baterías}} = N^{\circ}_{BS} \times N^{\circ}_{BP}$$

Reemplazando datos

Cálculo de baterías en serie

$$N^{\circ}_{BS} = \frac{V_{\text{sistema}}}{V_{\text{batería}}}$$

$$N^{\circ}_{BS} = \frac{48}{6}$$

$$N^{\circ}_{BS} = 8$$

Cálculo de baterías en paralelo

$$N^{\circ}_{BP} = \frac{\text{Capacidad del banco de baterías}}{\text{Capacidad de la batería}}$$

$$N^{\circ}_{BP} = \frac{1669.27}{600}$$

$$N^{\circ}_{BP} = 2.78 \approx 3$$

Cálculo de la cantidad de baterías total

$$C_{\text{baterías}} = N^{\circ}_{BS} \times N^{\circ}_{BP}$$

$$C_{\text{baterías}} = N^{\circ}_{BS} \times N^{\circ}_{BP}$$

$$C_{\text{baterías}} = 24$$

El banco de baterías estará compuesto por 24 baterías estacionaria Ultracell UZS600-6 de 600Ah 6V, las baterías se conectarán en serie y paralelo. Con estas obtendremos un banco de 1800Ah 48V que es superior la capacidad requerida y es compatible con la tensión del sistema. En la Figura 16 se visualiza una imagen de la batería estacionaria Ultracell 600Ah 6V.

Figura 16

Batería Estacionaria 600Ah 6V Ultracell UZS600-6



Nota. <https://autosolar.pe/acumuladores-estacionarios/bateria-estacionaria-600ah-6v-ultracell-uzs600-6>

4.4.5. Dimensionamiento del regulador de carga

Para elegir el regulador de carga que mejor se adapte al sistema fotovoltaico aislado se debe determinar la corriente y voltaje máximo que puede suministrar el generador fotovoltaico al regulador. También se deben considerar los siguientes aspectos para su correcta elección:

- La tensión del sistema fotovoltaico aislado es de 48V
- El generador fotovoltaico está compuesto por 12 módulos ECOGREEN 550W monocristalino y tiene una potencia de 4523.67W
- Los módulos fotovoltaicos estarán conectados en serie, en este caso se conformarán dos cadenas independientes.
 - ✓ Cadena 1: 6 módulos ECOGREEN 550W monocristalino conectados en serie.



- ✓ Cadena 2: 6 módulos ECOGREEN 550W monocristalino conectados en serie.

En la Tabla 23 se puede apreciar las principales características eléctricas del módulo ECOGREEN 550W monocristalino.

Tabla 23

Características Eléctricas del Módulo ECOGREEN 550W

Modulo JASOLAR 500W		
Pmax (corregida)	379.97	W
Voc (corregido)	49.79	V
Vmp	38.42	V
Isc (corregido)	11.52	A
Imp	10.66	A

Nota. Elaboración propia con datos obtenidos de la Tabla 20.

Las dos cadenas están compuestas por el mismo tipo y numero de paneles, por lo tanto los cálculos de corriente y voltaje de entrada son los mismos.

Cálculo de la corriente de entrada máxima

Los módulos están conectados en serie, por lo tanto, la corriente se mantendrá igual.

$$I_{MaxG-FV} = I_{sc} \times 1.25$$

$$I_{MaxG-FV} = 11.52 \times 1.25$$

$$I_{MaxG-FV} = 14.4A$$

Cálculo del voltaje de entrada máximo

$$V = V_{OC} \times N^{\circ}_{PS} \times f.s$$

$$V = 49.79 \times 6 \times 1.20$$

$$V = 358.49$$



Cálculo de la potencia total

$$P1_{G-FV} = N^{\circ} \text{paneles} \times P_{FV}$$

$$P1_{G-FV} = 6 \times 379.97$$

$$P1_{G-FV} = 2279.82W$$

Cálculo de la corriente del regulador

$$I_{Reg} = \left(\frac{P_{G-FV}}{V} \right) \times f.s$$

$$I_{Reg} = \left(\frac{4523.67}{48} \right) \times 1.25$$

$$I_{Reg} = 117.80A$$

La corriente de carga nominal del regulador calculada es de 117.80A y la tensión de entrada calculada es de 358.49V por cada cadena. Para el sistema fotovoltaico aislado se eligió el regulador Smart Solar MPPT RS 450V 200A MC4 VICTRON opera a 12V, 24V, 36V y 48V con una entrada fotovoltaica de hasta 450VCC PV y una salida de 200A. Tiene 4 entradas FV separadas, que están conectadas a rastreador del punto de máxima potencia independiente.

En la Tabla 24 se puede apreciar las principales características técnicas del regulador Smart Solar MPPT RS 450V 200A MC4VICTRON.

Tabla 24*Principales Características técnicas del Regulador MPPT RS 450V 200A MC4*

MPPT RS SMARTSOLAR AISLADO 450/200		
CARGADOR		
Tensión de la batería		48V
Corriente de carga nominal		200 ^a
Rango de tensión programable	Mínima: 36V	Máxima: 62V
Eficiencia máxima		96%
SOLAR		
Tensión FV CC máxima		
Numero de rastreadores		450V
Máxima corriente de entrada operativa FV		4 18A por rastreador
máxima corriente de corto circuito FV		20A por rastreador
Tamaño máximo del conjunto FV por rastreador		7200Wp (450 × 20A)
CARCASA		
Material y color		Acero, azul RAL 5012
Grado de protección		IP21
Conexión de la batería		Pernos M8
Peso		13.7kg
Dimensiones (al × an × p) en mm		487 × 434 × 146

Nota. elaboración propia con los datos de: <https://cdn.autosolar.pe/pdf/ficha-tecnica-Victron-MPPT-RS-Smart-450v-200a.pdf>

Figura 17 se muestran el regulador Smart Solar MPPT RS 450V 200A MC4
VICTRON

Figura 17

Regulador MPPT RS 450V 100A MC4 VICTRON



Nota. <https://ecosolares.pe/wp-content/uploads/2022/08/Datasheet-SmartSolar-MPPT-RS-ES.pdf>

4.4.6. Dimensionamiento del inversor de corriente

Se debe tener en consideración los siguientes parámetros:

- Potencia nominal del inversor: Se deben sumar todas las potencias de las cargas que puedan funcionar de forma simultánea.
- Tensión nominal de entrada: La tensión nominal debe ser igual a la tensión del sistema de acumulación.

Cálculo de la potencia del inversor

Factor de simultaneidad: 0.7

Potencia total de consumo: 1280 W

$$P_{inv} = \sum P_{AC} \div f \cdot S$$

$$P_{inv} = 1280 \div 0.7$$

$$P_{inv} = 1828.57$$

Tensión del sistema: 48 V

Potencia del inversor: 1828.57 VA

Teniendo en cuenta los cálculos previos se determinó que para el sistema fotovoltaico aislado el Inversor Phoenix Smart 48 V 2000 VA Victron Energy es una opción versátil y confiable para aplicación fuera de la red y de respaldo de energía, que ofrece una salida de energía limpia, alta eficiencia y características avanzadas de monitoreo y control.

En la Figura 18 se muestra el Inversor Victron Energy de 48V 2000VA

Figura 18

Inversor 48V 2000VA Victron Energy



Nota. <https://cdn.autosolar.pe/pdf/Ficha-Victron-Phoenix-Smart-1600VA-3000VA.pdf>

4.4.7. Orientación y ángulo de inclinación de los módulos

Para poder determinar la orientación y ángulo de inclinación óptimos de los paneles fotovoltaicos se debe tener en cuenta la ubicación en la cuales se instalarán los módulos. La plaza principal del centro poblado Sicta se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas:

- Latitud -15.2357

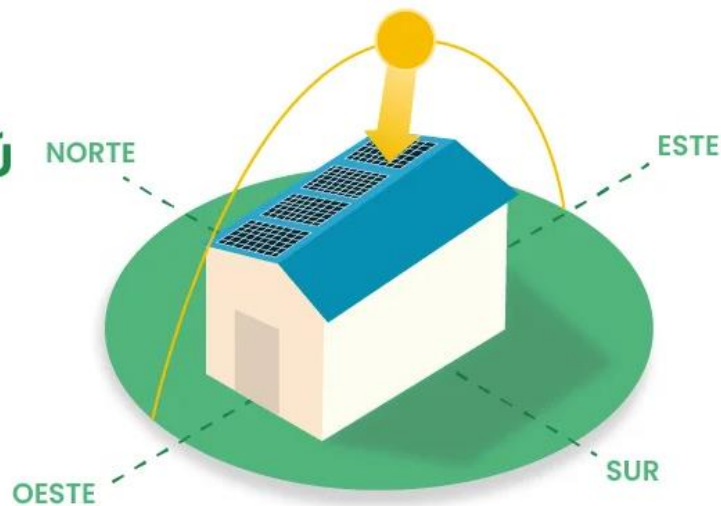
- Longitud -69.6437

Orientación. En el hemisferio sur, los paneles fotovoltaicos deben ser orientados hacia el norte para optimizar la máxima captación de luz solar. El Perú se ubica en el hemisferio sur, Por lo tanto, los módulos fotovoltaicos estarán orientados hacia el norte. En la Figura 19 se muestra la orientación de los paneles solares en el Perú.

Figura 19

Orientación de Paneles Solares en Perú

ORIENTACIÓN DE PANELES SOLARES EN PERÚ



Nota. Fuente: <https://autosolar.pe/paneles-solares>

Angulo de inclinación. Para maximizar la obtención de energía solar durante todo el año, se determinará el ángulo óptimo de inclinación de los paneles fotovoltaicos mediante la Tabla 25

Tabla 25*Ángulos de Inclinación para Sistemas Fijos*

Latitud del lugar	Angulo de inclinación
0° a 15°	15°
15° a 25°	= Latitud
25° a 30°	Latitud + 5°
30° a 35°	Latitud + 10°
35° a 40°	Latitud + 15°
>40°	Latitud + 20°

La latitud de la plaza principal del centro poblado Sicta es la siguiente: -15.2357; según la Tabla 8 el ángulo de inclinación óptima de los módulos fotovoltaicos es equivalente a la latitud del lugar, por lo tanto, el ángulo de inclinación óptimo será de 15°.

4.4.8. Dispositivos de protección**Protecciones de módulos fotovoltaicos al regulador de carga**

Modulo fotovoltaico ECOGREEN 550W

- Potencia máxima corregida: 379.97W
- Voc: 49.79V
- Isc: 11.52

$$Tension = Voc \times N^{\circ}Modulos \text{ en serie} \times f.s$$

$$Tension = 49.79V \times 6 \times 1.20$$

$$Tension = 358.49V$$

$$Corriente = Isc \times f.s$$

$$Corriente = 11.52 \times 1.25$$

$$Corriente = 14.4A \Rightarrow 15A$$

Fusibles DC:



Portafusible 10x38 15A 1000VDC IP ZJ Beny

Fusible 10x38 15A 1000VDC OANISO

Termomagnético DC:

Termomagnético 16A 800VDC 2P EPCOM

SPD DC:

Protección sobretensiones 600VDC 2P 40kA ZJ Beny

Protecciones del regulador de carga a las baterías

Regulador Smart Solar MPPT RS 450V 100A VICTRON

Potencia del generador fotovoltaico: 4169.64W

Tensión del sistema: 48

Corriente del regulador: 117.80A

Fusible DC: el manual de usuario recomienda usar un fusible de 125A – 150A

Fusible MEGA con Portafusible 150A 48V

Termomagnético DC:

Termomagnético 150A 250VDC 2P SCHEIDER

SPD DC

Protección sobretensiones 600VDC 2P 40kA ZJ Benny

Protecciones de las baterías al inversor

Inversor Phonenix Smart 48 V 2000 VA Victron Energy

Potencia del inversor: 1600W

Tensión del sistema: 48V

Corriente del inversor: 117.80A

Termomagnético DC

Termomagnético 150A 250VDC 2P SCHEIDER

SPD DC



Protección sobretensiones 600VDC 2P 40kA ZJ Benny

Fusible:

Fusible MEGA con Portafusible 150A 48V

Protecciones entre el inversor y el Panel de Distribución AC

Inversor Phonenix Smart 48 V 2000 VA Victron Energy

Potencia del inversor: 1600W

Tensión del sistema: 220V

Corriente del inversor:

$$I = 2000VA \div 220V$$

$$I = 9.09A$$

Termomagnético AC

Termomagnético 10A 230VAC 2P ABB

SPD AC:

Protección sobretensiones 385VAC 2P 40kA ZJ Beny

Fusible:

Fusible PRACTINET con Portafusible 10A 1000VAC

4.4.9. Dimensionamiento de la sección de los conductores

Establecer la sección de los conductores más adecuado para el sistema fotovoltaico es crucial para asegurar la eficiencia, durabilidad y seguridad.

Tipos de conductores

Cobre (Cu): Es más resistente a la fatiga por flexión, altamente conductor y duradero. En comparación con otros materiales, tiene una menor resistencia eléctrica, lo que significa menos pérdida de energía y menor caída de tensión.

Es más costoso en comparación a otros materiales.



Aluminio (Al): Es más ligero y económico que el cobre. Es adecuado para usos donde el costo y el peso son factor importante. tiene una mayor resistencia eléctrica que el cobre, lo que puede resultar en una mayor caída de tensión y pérdidas de energía.

Cálculo de la sección de los conductores. Se empleará la siguiente formula:

$$S = \frac{2 \times \rho \times L \times I}{\% (V_a - V_b)}$$

Donde:

S: sección en mm²

L: longitud en m

I: intensidad en A

%(Va – Vb): caída de tensión en Volt

P: conductividad del material

0.022 Ωmm²/m (conductor de cobre)

Tabla 26 se muestran la máxima caída de tensión admisible según los diferentes tipos de circuitos en el sistema fotovoltaico.

Tabla 26

Máxima caída de tensión

Tramo	Máxima caída de tensión admisible	Máxima caída de tensión recomendada
Generador - Regulador	3%	1.5%
Regulador - Baterías	1%	0.5%
Regulador - Inversor	1%	0.5%
Regulador – Consumo Corriente Continua	3%	1.5%
Inversor – Consumo Corriente Alterna	3%	1.5%



En la Tabla 27 se muestra las distancias que hay entre los distintos componentes del sistema fotovoltaico, también se muestran la corriente y voltaje por circuito.

Tabla 27

Distancia entre tramos, corriente y voltaje

Tramo	L(m)	I(A)	(V)	Máxima caída de tensión admisible
Generador 1 - Regulador	12	14.24	48	3%
Generador 2 - Regulador	8	14.24	48	3%
Regulador – Baterías	2	85.40	48	1%
Baterías – Inversor	2	85.40	48	1%
Inversor – Tablero de distribución	15	9.09	220	3%

Sección del conductor del tramo Generador 1 – Regulador

$$S = \frac{2 \times 0.022 \times 12 \times 14.24}{48V \times 0.03}$$

$$S = 5.22$$

Sección del conductor del tramo Generador 2 – Regulador

$$S = \frac{2 \times 0.022 \times 8 \times 14.24}{48V \times 0.03}$$

$$S = 3.48$$

Sección del conductor del tramo Regulador – Baterías

$$S = \frac{2 \times 0.022 \times 2 \times 85.40}{48V \times 0.01}$$

$$S = 15.66$$

Sección del conductor del tramo baterías – Inversor

$$S = \frac{2 \times 0.022 \times 2 \times 85.40}{48V \times 0.01}$$



$$S = 15.66$$

Sección del conductor del tramo Inversor – Tablero de Distribución AC

$$S = \frac{2 \times 0.022 \times 15 \times 9.09}{220 \times 0.01}$$

$$S = 0.91$$

Con la ayuda de la Tabla 28 se determinarán las secciones de los conductores para cada tramo, según las diferentes secciones calculadas.

Tabla 28

Conversión de unidades de sección de cables

AWG	Sección Real (mm2)	sección nominal (mm2)
16	1.31	1.5
14	2.08	2.5
12	3.31	4
10	5.26	6
8	8.37	10
6	13.3	16
4	21.2	25
2	33.6	35

En la Tabla 29 Se puede visualizar los diferentes tipos de sección según el tramo.

Tabla 29

Sección de los conductores en los distintos tramos

Tramos	Sección Real(mm2)	AWG	mm2
Generador 1 - Regulador	5.22	10	6
Generador 2 - Regulador	3.48	10	6
Regulador – Baterías	15.66	4	25
Baterías – Inversor	15.66	4	25
Inversor – Tablero de distribución	0.91	16	1.5

4.4.10. Metrado y presupuesto referencial

Tabla 30 se muestra el metrado y presupuesto referencial del sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la Plaza Principal del Centro Poblado Sicta

Tabla 30

Presupuesto y Presupuesto Referencial

METRADO Y PRESUPUESTO REFERENCIAL					
ITEM	DESCRIPCION	METRADO		COSTOS S/.	
		UNID	CANT	P.UNIT	TOTAL
1.00	Sistema fotovoltaico aislado				
1.01	Modulo fotovoltaico EcoGreen 550W mono	Unid.	12	705.85	8,470.20
1.02	Bateria estacionaria Ultracell 600Ah 6V	Unid.	24	1,966.67	47,200.08
1.03	Regulador MPPT 450V 200A Victron Energy	Unid.	1	7162.00	7,162.00
1.04	Inversor 48V 200VA Victron Energy	Unid.	1	4,759.18	4,759.18
	SUB TOTAL				67,591.46
2.00	Dispositivos de Protección				
2.01	Portafusible 10x38 15A 1000VDC IPZJ Beny	Unid	4	32.83	131.32
2.02	Fusible 10x38 15A 1000VDC OANISO	Unid	4	7.69	30.76
2.03	Fusible PRACTINET 10A 1000VAC	Unid	2	49.16	98.32
2.04	Fusible MEGA con Portafusible 100A 48V	Unid	2	13.60	27.20
2.05	Fusible MEGA con Portafusible 150A 48V	Unid	2	14.70	29.40
2.06	SPD 600VDC 2P 40KA ZJ Beny	Unid	4	266.82	1,067.28
2.07	SPD 385VDC 2P 40KA ZJ Beny	Unid	1	304.32	304.32
2.08	Termomagnético 10A 230VAC 2P ABB	Unid	1	64.40	64.40
2.09	Termomagnético 16A 8000VDC 2P EPCOM	Unid	1	137.50	137.50



2.10	Termomagnético 100A 550VDC 2P FEEO	Unid	1	131.70	131.70
2.11	Termomagnético 150A 250VDC 2P SCHEIDER	Unid	1	1,703.29	1,703.29
SUB TOTAL					3,725.49
3.00	Conductores y terminales				
3.01	Cu Flexible GPT 16AWG Rojo	m	16	1.20	19.20
3.02	Cu Flexible GPT 16AWG Negro	m	16	1.20	19.20
3.03	Cu 6mm2 SOLAR PV-ZZ-F Rojo	m	21	9.89	207.69
3.04	Cu 6mm2 SOLAR PV-ZZ-F Negro	m	21	9.89	207.69
3.05	Cu 25mm2 POWERFLEX RV- K Rojo	m	5	25.51	127.55
3.06	Cu 25mm2 POWERFLEX RV- K Negro	m	5	25.51	127.55
3.07	Cu 35mm2 POWERFLEX RV- K Verde	m	6	39.50	237.00
3.08	TCC 25 10	Unid	8	5.83	46.64
3.09	TCC 35 10	Unid	50	6.80	340.00
3.10	TA U 16 /14AWG 1.9mm x 25unidades	Unid	1	3.60	3.60
3.11	TP sin aislamiento CU/ES 6mm2	Unid	28	3.01	84.28
3.12	TP sin aislamiento CU/ES 25mm2	Unid	24	3.61	86.64
3.13	Conector MC4 Multicontac Macho - Hembra	Unid	2	10.70	21.40
SUB TOTAL					1,528.44
4.00	Estructuras de montaje				
4.01	Estructura 12 módulos 144c 15° Falcat	Jgo.	1	1,633.05	1,633.05
4.02	Tablero Adosable 6 Polos	Unid	3	48.70	146.10
4.03	Tablero Adosable 12 Polos	Unid	1	89.07	89.07
SUB TOTAL					1,868.22
TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES					74,713.61

4.4.11. Planos

Figura 20

Plano de la plaza principal del centro poblado Sicta

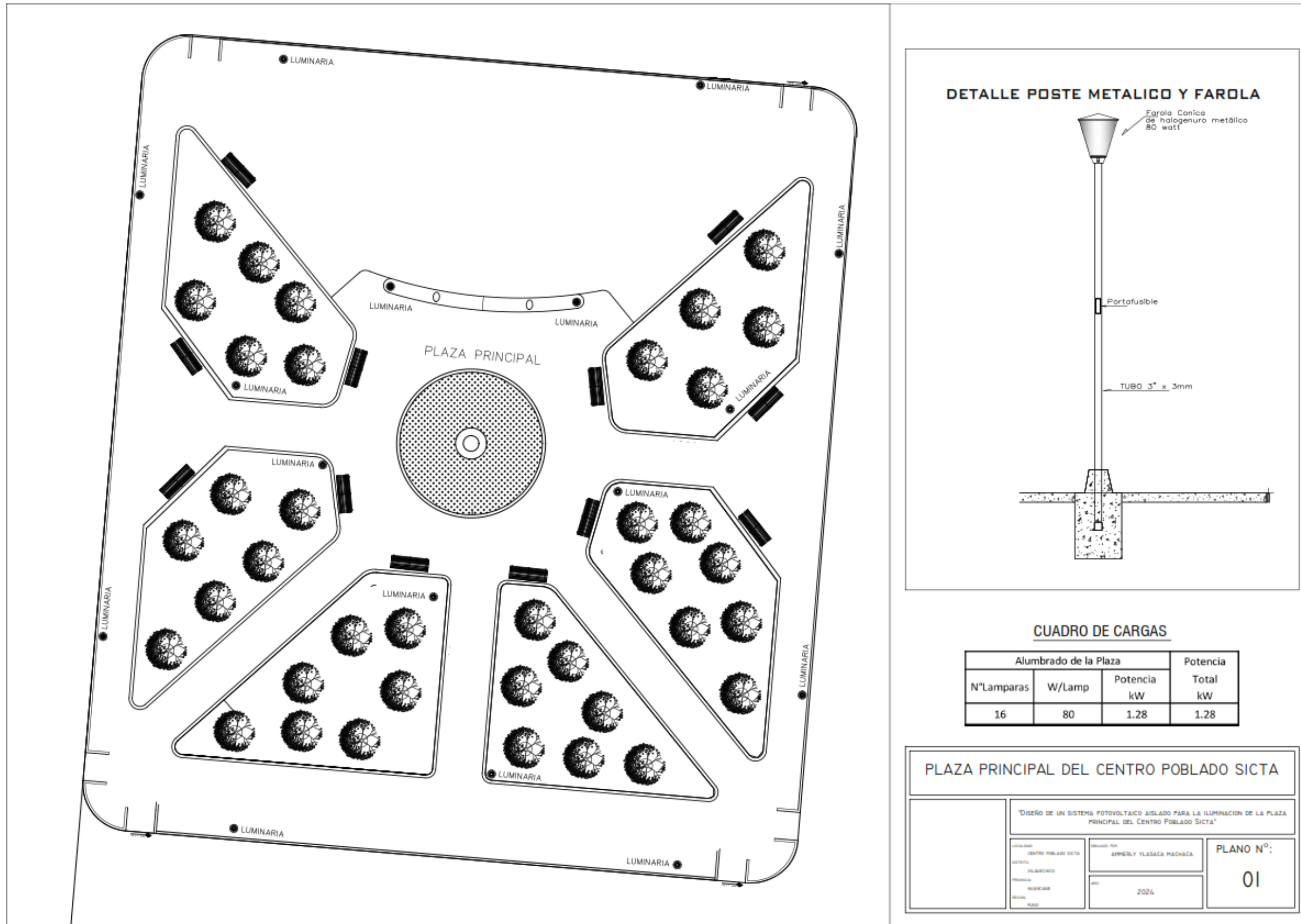


Figura 21

Disposición de los componentes del sistema fotovoltaico aislado

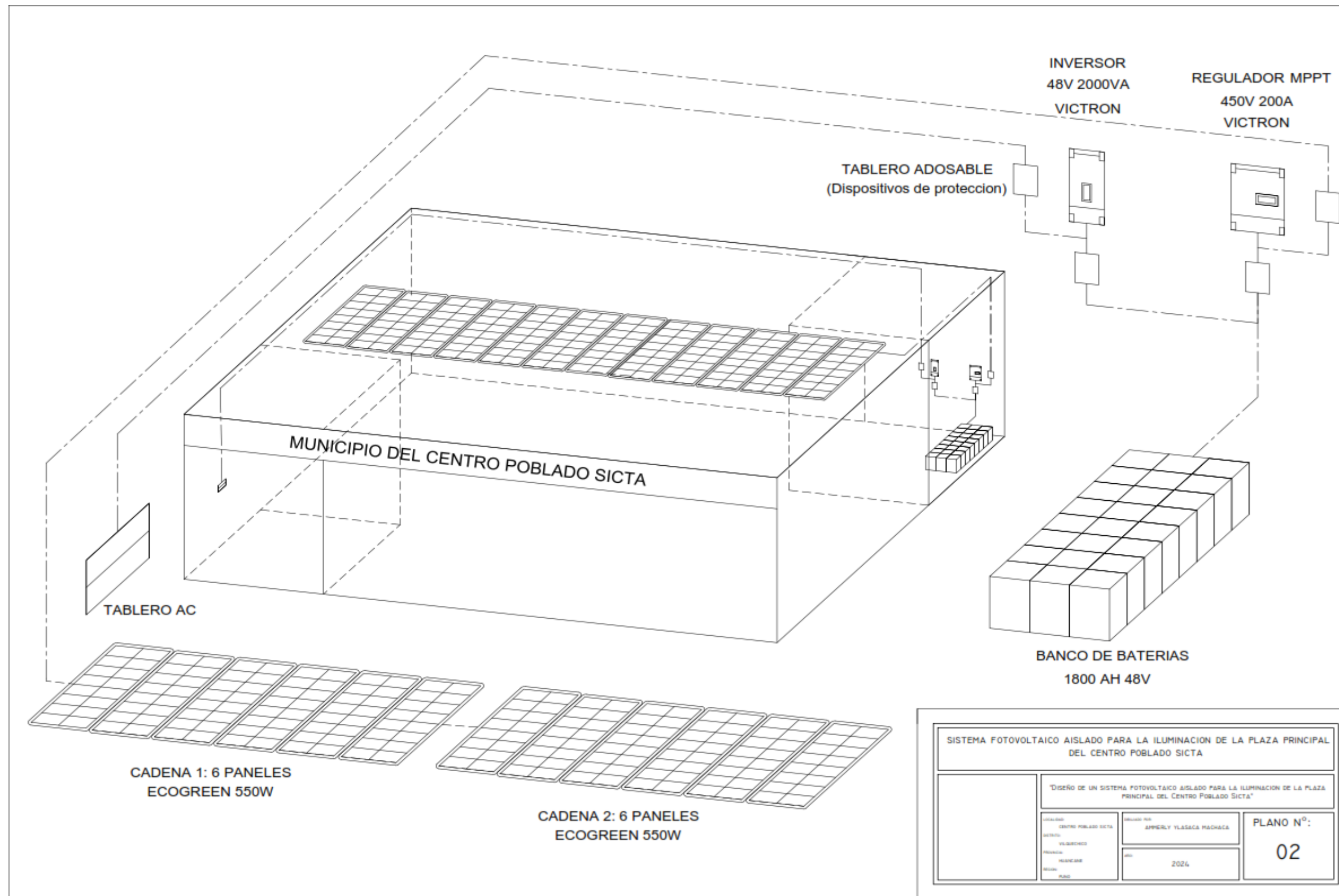
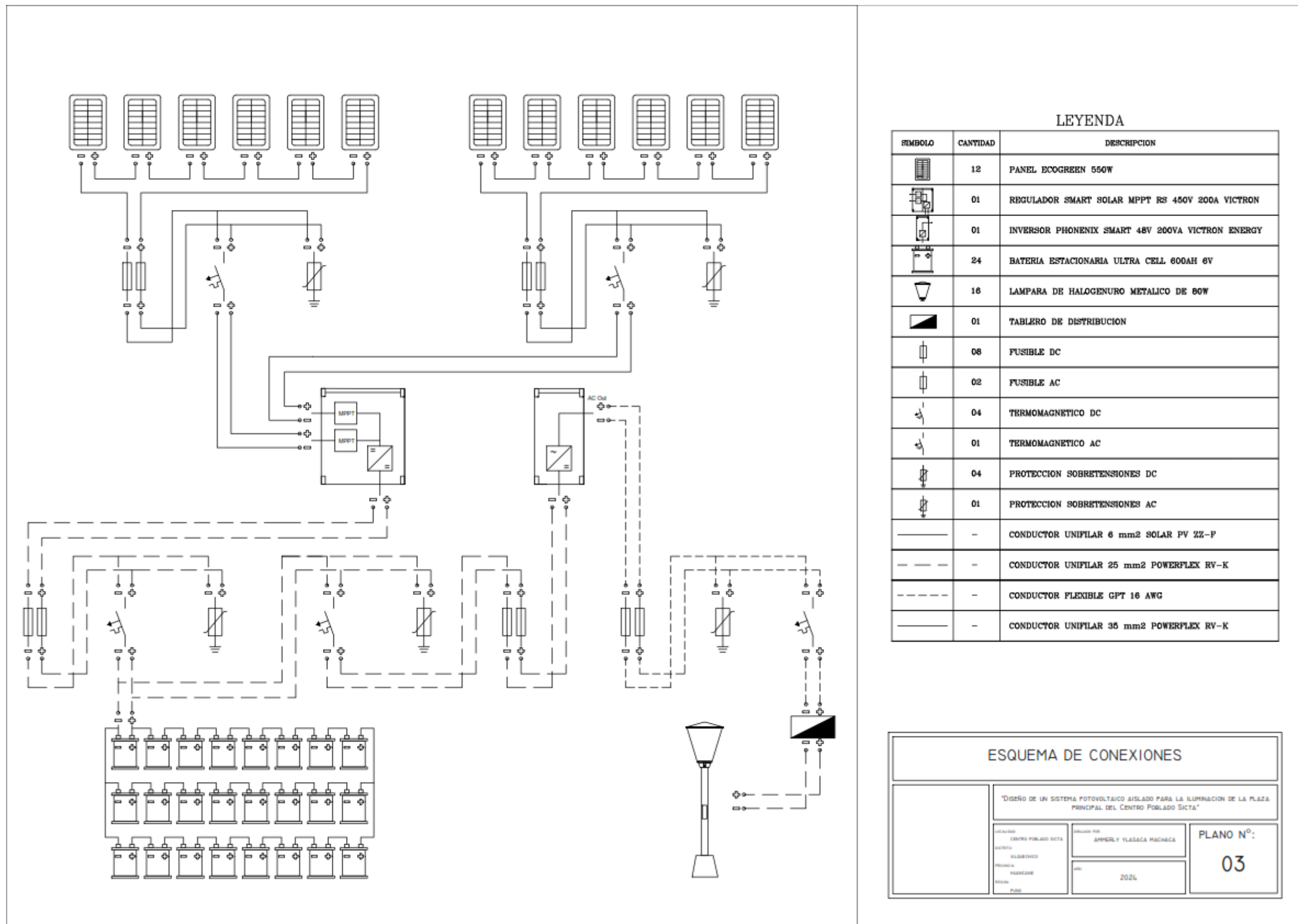


Figura 22

Esquema de conexiones



CONCLUSIONES

PRIMERA: Se diseñó un sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la plaza principal del centro poblado de Sicta. Este proyecto aportará un suministro de energía limpia y renovable, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de los habitantes y promoviendo el uso de tecnologías sostenibles.

SEGUNDA: Se calculó que la demanda máxima de energía estimada para el sistema fotovoltaico es de 24,037.56 Wh/día, considerando un periodo de autonomía de 2 días por semana.

TERCERA: Se realizó el dimensionamiento de los componentes principales del sistema fotovoltaico aislado, que incluye:

- ✓ 12 módulos fotovoltaicos monocristalinos ECOGREEN de 550W.
- ✓ 24 baterías estacionarias Ultracell de 600Ah a 6V.
- ✓ 1 regulador Smart Solar MPPT RS de 450V y 200A.
- ✓ 1 inversor Phoenix Smart 48V 2000VA de Victron Energy.

CUARTA: El costo total del sistema fotovoltaico aislado asciende a S/. 74,713.61, el cual incluye los componentes principales, dispositivos de protección, estructuras de montaje, conductores y accesorios adicionales necesarios para su correcta instalación y funcionamiento.



RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Se recomienda incrementar la capacidad de generación y almacenamiento del sistema fotovoltaico aislado para aprovechar la energía excedente en otros servicios, como el bombeo de agua, operación de equipos electrónicos de la municipalidad del centro poblado Sicta, la carga de celulares y otros dispositivos electrónicos de los habitantes.
- SEGUNDA:** Se recomienda cambiar las luminarias de halogenuro metálico instaladas actualmente en la plaza principal del Centro Poblado Sicta por luminarias LED, Este cambio permitiría reducir la máxima demanda de energía requerida por el sistema fotovoltaico; esto tendría como consecuencia una reducción en el tamaño y costo del sistema fotovoltaico.
- TERCERA:** Se recomienda implementar un plan de mantenimiento adecuado para garantizar la eficiencia del sistema fotovoltaico y extender la vida útil de los componentes principales, como los módulos, baterías, regulador e inversor.
- CUARTA:** Se recomienda realizar una evaluación económica más exhaustiva del costo total del sistema fotovoltaico, considerando factores como la viabilidad, rentabilidad y beneficios a largo plazo, para proponer su implementación al municipio distrital y provincial.



REFERENCIAS

- Alvarado Guanín, C. R. (2015). *Diseño y construcción de un sistema de iluminación autosustentable fotovoltaico para una parada de buses y su valla informativa del sistema integrado de transporte de Cuenca, 2015* [Titulo Profesional, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/11352>
- Ariza Rodríguez, J. D., & Gomez Ospino, R. A. (2015). *Guía teórica practica de energía solar fotovoltaica, 2015* [Trabajo de Pregrado, Universidad de la Costa C.U.C]. REDICUC - Repositorio CUC. <http://hdl.handle.net/11323/921>
- Espinoza Cucalon, J. A., & Zanoni Gonzalez, F. (2021). *Diseño de sistema fotovoltaico off-grid, red secundaria y conexiones domiciliarias para suministro eléctrico al caserío Tallapampa, distrito Salas, provincia Lambayeque, 2021* [Titulo Profesional, Universidad Señor de Sipan]. Repositorio Universidad de Sipan. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/8082>
- Reyes Angeles, E. C. (2019). *Propuesta de uso de energía solar para el suministro de energía eléctrica y mejora de la eficiencia energética en la Universidad ESAN* [Tesis Profesional, Universidad ESAN]. Repositorio Institucional Universidad ESAN. <https://hdl.handle.net/20.500.12640/1668>
- Robalino Peñaloza, D. A. (2017). *Diseño y simulación de un sistema fotovoltaico para la obtención de una certificación leed en la categoría de energía y atmósfera para la empresa Solinfra de la ciudad de Quito* [Tesis



Profesional, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Universidad
Técnica de Ambato.

<http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/26546>

Valdiviezo Supo, K. R. (2021). *Diseño de sistema LED, basado en energía solar, para iluminar ambientes en la Universidad de Piura, 2021*[Titulo Profesional, Universidad de Piura]. Repositorio Institucionanl de la Universidad de Piura. <https://hdl.handle.net/11042/4968>

Villegas Tapia, E. S., & Alcívar Tello, L. E. (2020). *Diseño de un Sistema Fotovoltaico para la Escuela de Educación Básica Simón Bolívar en la Comunidad Masa 2, Golfo de Guayaquil, 2020*[Titulo Profesional, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19525>



ANEXOS



ANEXO 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

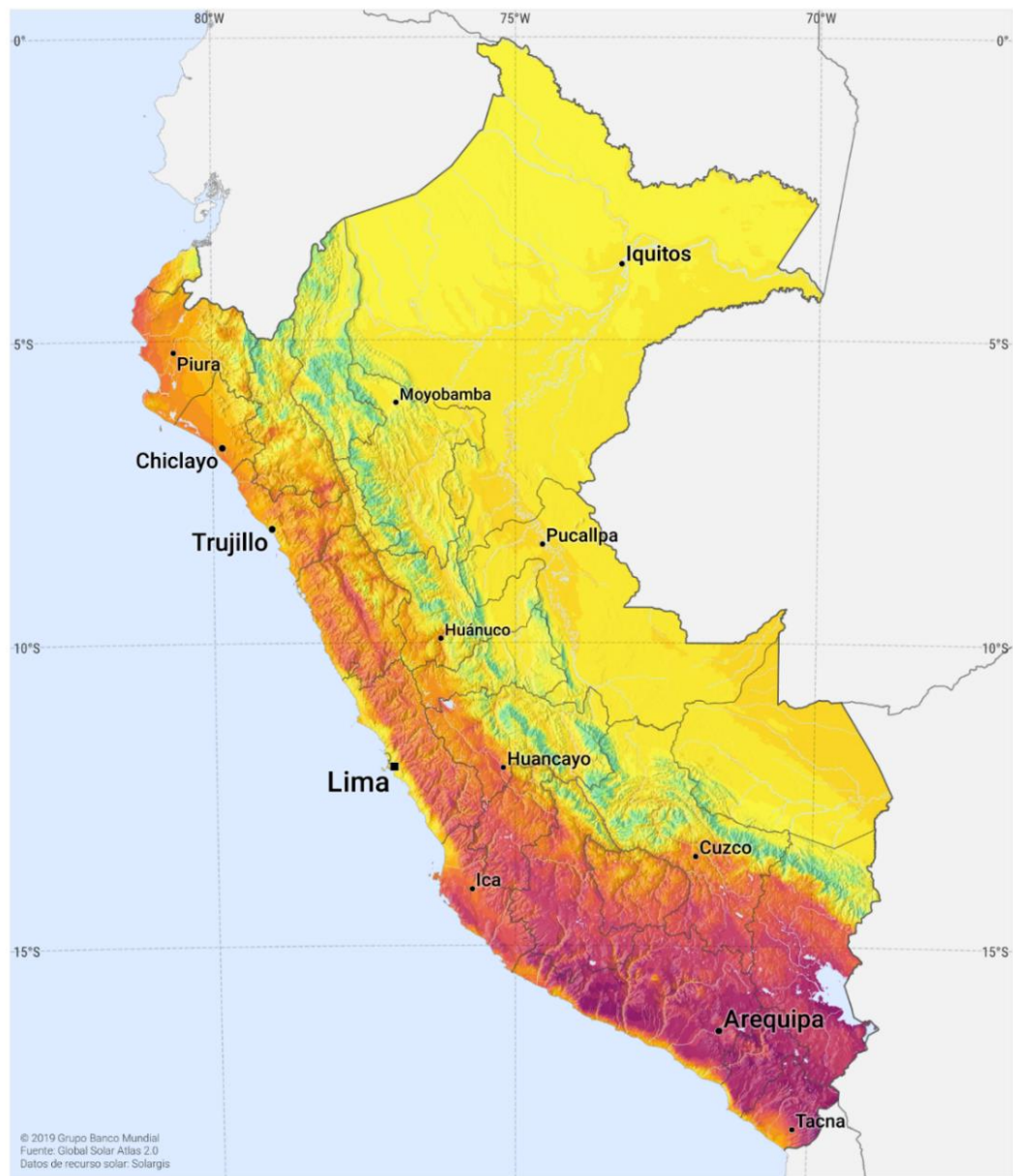
DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO PARA LA ILUMINACIÓN DE LA PLAZA PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO SICTA DEL DISTRITO DE VILQUECHICO, HUANCANÉ – PUNO - 2022					
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
<p>Problema general ¿Cómo se puede realizar el diseño de un sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta del distrito de Vilquechico, Huancané-Puno-2022?</p> <p>Problemas específicos PE1: ¿Cómo se puede calcular la máxima demanda de energía requerida en el diseño del sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta del distrito de Vilquechico, Huancané-Puno-2022? PE2: ¿Cómo se puede realizar el dimensionamiento de los componentes del sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta del distrito de Vilquechico, Huancané-Puno-2022? PE3: ¿A cuánto asciende el costo de un sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta del distrito de Vilquechico, Huancané-Puno-2022?</p>	<p>Objetivo general Realizar el diseño de un sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta del distrito de Vilquechico, Huancané-Puno-2022.</p> <p>Objetivos específicos OE1: Calcular la máxima demanda de energía requerida en el diseño del sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta del distrito de Vilquechico, Huancané-Puno-2022. OE2: Realizar el dimensionamiento de los componentes del sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta del distrito de Vilquechico, Huancané-Puno-2022. OE3: Determinar el costo de un sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta del distrito de Vilquechico, Huancané-Puno-2022.</p>	<p>Hipótesis general Si se realiza el diseño de un sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta, entonces se obtendrá un sistema de generación de energía eléctrica que emplea una fuente de energía renovable y limpia.</p> <p>Hipótesis específicas HE1: Si se calcula la máxima demanda requerida para el diseño del sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta, entonces se podrá determinar la potencia del sistema fotovoltaico. HE2: Si se realiza el dimensionamiento de los componentes del sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta, entonces se podrá determinar las características de los componentes del sistema fotovoltaico. HE3: Si se determina la rentabilidad del sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la plaza principal del centro poblado Sicta, entonces se podrá proponer su posterior</p>	<p>Variables Dependientes Generación de Energía Eléctrica</p> <p>Variables Independientes Dimensionamiento del Sistema Fotovoltaico Demanda de Energía Costo del Sistema Fotovoltaico</p>	<p>Se diseñó un sistema fotovoltaico aislado para la iluminación de la plaza principal del centro poblado de Sicta. Este proyecto aportará un suministro de energía limpia y renovable, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de los habitantes y promoviendo el uso de tecnologías sostenibles.</p> <p>Se calculo que la demanda máxima de energía estimada para el sistema fotovoltaico es de 24,037.56 Wh/día, considerando un periodo de autonomía de 2 días por semana.</p> <p>Se realizo el dimensionamiento de los componentes principales del sistema fotovoltaico aislado, que incluye: 12 módulos fotovoltaicos monocristalinos ECOGREEN de 550W, 24 baterías estacionarias Ultracell de 600Ah a 6V, 1 regulador Smart Solar MPPT RS de 450V y 200ª, 1 inversor Phoenix Smart 48V 2000VA de Victron Energy.</p> <p>El costo total del sistema fotovoltaico aislado asciende a S/. 74,713.61, el cual incluye los componentes principales, dispositivos de protección, estructuras de montaje, conductores y accesorios adicionales necesarios para su correcta instalación y funcionamiento.</p>	<p>Se recomienda incrementar la capacidad de generación y almacenamiento del sistema fotovoltaico aislado para aprovechar la energía excedente en otros servicios, como el bombeo de agua, operación de equipos electrónicos de la municipalidad del centro poblado Sicta, la carga de celulares y otros dispositivos electrónicos de los habitantes.</p> <p>Se recomienda cambiar las luminarias de halogenuro metálico instaladas actualmente en la plaza principal del Centro Poblado Sicta por luminarias LED, Este cambio permitiría reducir la máxima demanda de energía requerida por el sistema fotovoltaico; esto tendría como consecuencia una reducción en el tamaño y costo del sistema fotovoltaico.</p> <p>Se recomienda implementar un plan de mantenimiento adecuado para garantizar la eficiencia del sistema fotovoltaico y extender la vida útil de los componentes principales, como los módulos, baterías, regulador e inversor.</p> <p>Se recomienda realizar una evaluación económica más exhaustiva del costo total del sistema fotovoltaico, considerando factores como la viabilidad, rentabilidad y beneficios a largo plazo, para proponer su implementación al municipio distrital y provincial.</p>

Figura A 1

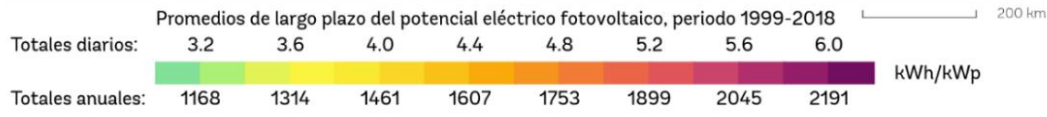
Potencial Eléctrico Fotovoltaico Perú

MAPA DE RECURSO SOLAR

POTENCIAL ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO PERÚ



© 2019 Grupo Banco Mundial
Fuente: Global Solar Atlas 2.0
Datos de recurso solar: Solargis



Este mapa está publicado por el Grupo Banco Mundial, financiado por ESMAP, y preparado por Solargis. Para más información y términos de uso, por favor visite <http://globalsolaratlas.info>.

Figura A 2

Panel Ecogreen 530-550W

ATLAS by Eco Green Energy

530-550W

M10 / 182 mm Cell - 144 Half-cell

Founded in 2008, Eco Green Energy is a french brand solar PV manufacturer and distributing now its PV module in more than 60 countries over the world. Atlas series solar modules are made only with grade A cells for highest power generation, lowest LCOE, and ensured more than 25 years lifespan.

KEY FEATURES

- Ga** Gallium-doped Technology
- \$** Lower LCOE and BOS
- anti PID / Low LID** Anti PID/ Low LID protection
- globe** Less Hot Spot Shading effects
- graph** Lower temperature coefficient

- 144-Cell** MONOCRYSTALLINE MODULE
- 21.28%** MAXIMUM EFFICIENCY
- 0~+5W** POSITIVE POWER TOLERANCE
- GRADE A** CELLS GUARANTEED

French Quality Module

25 YEARS OUTPUT POWER WARRANTY

12 YEARS PRODUCT WARRANTY

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

12-Year Product Warranty - 25-Year Linear Power Warranty

Eco Green Energy Group Ltd. 2018. All rights reserved.
Add: 299 King Cheng Road, Chong Chuan District, Nanjing, Jiangsu, China
Tel: +86 512 5660268 / E-mail: info@eco-greenenergy.com

COMPREHENSIVE CERTIFICATES

IEC 61215/ IEC 61730 / IEC 61701 / IEC 62716
ISO 9001 : Quality Management Systems

Facebook: www.facebook.com/EGE.Nanjing
LinkedIn: www.linkedin.com/company/eco-green-energy/
Website: www.eco-greenenergy.com

Figura A 3

Ficha Tecnica Panel Ecogreem 530-550W

ATLAS by Eco Green Energy

EGE-530/550W-144M(M10)

VI-2022

ELECTRICAL DATA AT STC*

Power output (Pmax)	530 W	535 W	540 W	545 W	550 W
Power tolerance	0→+5 W	0→+5 W	0→+5 W	0→+5 W	0→+5 W
Module efficiency	20.51 %	20.70 %	20.89 %	21.09 %	21.28 %
Maximum power voltage (Vmp)	40.58 V	40.68 V	40.79 V	40.89 V	40.98 V
Maximum power current (Imp)	13.06 A	13.15 A	13.24 A	13.33 A	13.42 A
Open circuit voltage (Voc)	49.29 V	49.39 V	49.49 V	49.59 V	49.68 V
Short circuit current (Isc)	13.64 A	13.73 A	13.83 A	13.92 A	14.01 A

*Standard Test Conditions: Irradiance: 1 000 W / m² • Cell temperature: 25°C • AM: 1.5

ELECTRICAL DATA AT NMOT*

Power output (Pmax)	395.18 W	398.91 W	402.64 W	406.37 W	410.10 W
Maximum power voltage (Vmp)	38.05 V	38.14 V	38.24 V	38.33 V	38.42 V
Maximum power current (Imp)	10.37 A	10.44 A	10.52 A	10.59 A	10.66 A
Open circuit voltage (Voc)	45.71 V	45.80 V	45.90 V	45.99 V	46.07 V
Short circuit current (Isc)	11.09 A	11.16 A	11.24 A	11.32 A	11.39 A

*Nominal Operating Cell Temperature: Irradiance: 800 W / m² • Ambient temperature: 20°C • AM: 1.5 • Wind speed: 1 m/s

MECHANICAL CHARACTERISTICS

Cell type	Monocrystalline (182x91 mm)
Number of cells	144
Dimensions	2279x1134x35mm (1.5mm Cell Gap)
Weight	29 kg
Glass	3.2 mm tempered glass, High transmission (>94%), Anti-Reflective Coating
Frame	Anodized aluminium alloy
Junction box	IP68 rated (3 by pass diodes)
Cable	4.0mm ² ; 300mm(+)/ 300mm(-); Length can be customized
Connector	MC4 or MC4 compatible
Max front load (e.g.: snow)	5400 Pa
Max back load (e.g.: wind)	2400 Pa

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

NOCT	45°C ±2 °C
Temperature coefficient of Pmax	-0.35%/°C
Temperature coefficient of Voc	-0.28%/°C
Temperature coefficient of Isc	+0.048%/°C

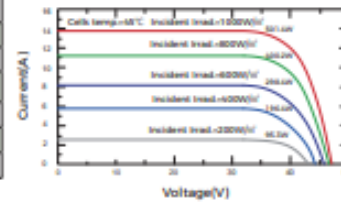
MAXIMUM RATINGS

Operating temperature range	-40 °C ~+85 °C
Maximum system voltage	1500 DC (IEC)
Max series fuse rating	25 A

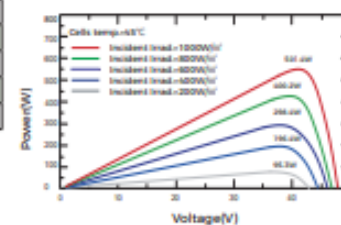
PACKAGING (2279x1134x35mm)

Type	Pcs	Weight
Per Pallet	31 pcs	940 kg
40ft HQ Container	620 pcs (20 pallets)	18.80 t

PV MODULE : EGE-540W-144M(M10)



PV MODULE : EGE-540W-144M(M10)



Dimension of PV Module (mm)

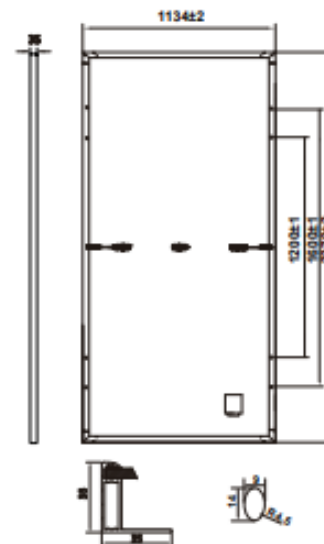


Figura A 4

Regulador MPPT RS SmartSolar 450/100 y 450/200 - Aislado

MPPT RS SmartSolar 450|100 y 450|200 - Aislado

Controlador de carga solar 5,76 kW y 11,52 kW con entrada FV de 450 V

www.victronenergy.com



MPPT RS SmartSolar 450|100

Controlador de carga solar con Seguimiento ultrarrápido del Punto de Máxima Potencia (MPPT)
El MPPT RS SmartSolar es un controlador de carga solar de 48 V con una entrada FV de hasta 450 VCC FV y una salida de 100 A o 200 A. Se usa en aplicaciones solares aisladas y conectadas a la red en las que se requiere máxima potencia de carga de la batería.

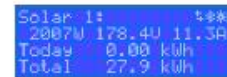
Varias entradas de seguimiento MPPT independientes
Con varios rastreadores de MPPT, se puede optimizar el diseño de sus paneles solares para obtener el máximo rendimiento en una ubicación concreta.

Conexiones FV aisladas para más seguridad
El aislamiento galvánico completo entre las conexiones de la batería y FV proporciona seguridad adicional a todo el sistema.

Amplio rango de tensión MPPT
Rango operativo de entre 80 y 450 VCC FV con una tensión de arranque de 120 VCC FV.

Ligero, eficiente y silencioso
Gracias a su tecnología de alta frecuencia y a su nuevo diseño, el modelo de 100 A de este potente cargador solo pesa 7,9 kg. Además, tiene una eficiencia excelente, bajo consumo de energía en reposo y un funcionamiento muy silencioso.

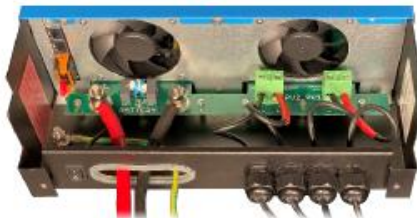
Pantalla y Bluetooth
La pantalla muestra parámetros de la batería y del controlador. Se puede acceder a estos parámetros con un *smartphone* u otro dispositivo con Bluetooth. Además, se puede usar Bluetooth para configurar el sistema y cambiar los parámetros con VictronConnect.



Vigilancia de la resistencia al aislamiento fotovoltaico para estar tranquilo con tensiones más altas
El MPPT RS vigila continuamente el conjunto FV y puede detectar si hay fallos que reduzcan el aislamiento de los paneles hasta niveles poco seguros.

Puerto VE.Can y VE.Direct
Permite conectarlo a un dispositivo GX para seguimiento del sistema, registro de datos y actualizaciones de firmware a distancia. El VE.Can permite conectar hasta 25 unidades juntas en paralelo y sincronizar sus procesos de carga.

Conexiones I/O
Conexiones de relé programable, sensor de temperatura, auxiliar, entrada digital y sensor de tensión. La entrada remota puede aceptar el smallBMS de Victron y otros tipos de BMS con señal para permitir la carga.



Interior del MPPT RS SmartSolar 450|100

Configuración y control con VictronConnect →

La conexión integrada Bluetooth Smart permite un rápido seguimiento y ajuste de la configuración.

El historial de 30 días integrado muestra el rendimiento de cada uno de los rastreadores MPPT.

Prueba la demo de VictronConnect para ver todo el rango de configuraciones y opciones de pantalla con datos de muestra.



Victron Energy B.V. | De Paal 35 | 1351 JG Almere | Países Bajos
Teléfono general: +31 (0)36 535 97 00 | Correo electrónico: sales@victronenergy.com
www.victronenergy.com



Figura A 5

Ficha Técnica Regulador MPPT RS SmartSolar 450/100 y 450/200 - Aislado

Diagrama de ejemplo de sistema
El MPPT RS de 100 A combinado con un dispositivo GX, cargando una batería de 48 V con dos cadenas FV solares separadas.

Portal VRM
Cuando el MPPT RS está conectado a un dispositivo GX con conexión a Internet, o al GlobalLink S20 con conectividad 4G integrada, podrá acceder a nuestro sitio web gratuito de seguimiento a distancia (VRM). Le mostrará todos los datos de su sistema en un completo formato gráfico. Se pueden recibir alarmas por correo electrónico.

Historical data

Total	25 kWh	% Battery	85 kWh
Battery use	65 kWh	Production	175 kWh

MPPT RS SmartSolar aislado	450/100	450/200
CARGADOR		
Tensión de la batería	48 V	
Corriente de carga nominal	100 A	200 A
Potencia de carga máxima	5,8 kW a 57,6 V	11,5 kW a 57,6 V
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 57,6 V (regulable)	
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 55,2 V (regulable)	
Rango de tensión programable	Mínima: 36 V Máxima: 62 V	
Algoritmo de carga	Adaptativo multifase (regulable)	
Sensor de temperatura de la batería	Incluido	
Eficiencia máxima	96 %	
Autoconsumo	15 mA	
SOLAR		
Tensión FV CC máxima	450 V	
Tensión de arranque	120 V	
Rango de tensión de trabajo del MPPT	80 – 450 V ⁽¹⁾	
Número de rastreadores	2	4
Máxima corriente de entrada operativa FV	18 A por rastreador	
Máxima corriente de corto circuito FV ⁽²⁾	20 A por rastreador	
Tamaño máximo del conjunto FV por rastreador ⁽³⁾	7200 Wp (450 V x 20 A) ⁽⁴⁾	
Nivel de fallo del aislamiento FV ⁽⁵⁾	100 kΩ	
GENERAL		
Funcionamiento en paralelo sincronizado	Sí, hasta 25 unidades con VE.Can	
Relé programable ⁽⁶⁾	Sí	
Protección	Polaridad inversa FV Cortocircuito de salida Sobretensión	
Comunicación de datos	Puerto VE.Direct, puerto VE.Can y Bluetooth ⁽⁶⁾	
Puerto de entrada analógico/digital de uso general	Sí, 2	
On/Off remoto	Sí	
Rango de temperatura de trabajo	-40 a +60°C (refrigerado por ventilador)	
Humedad (sin condensación)	máx. 95%	
CARCASA		
Material y color	acero, azul RAL 5012	
Grado de protección	IP21	
Conexión de la batería	Pernos M8	
Peso	7,9 kg	13,7 kg
Dimensiones (al x an x p) en mm	440 x 313 x 126	487 x 434 x 146
NORMAS		
Seguridad	EN-IEC 62109-1, EN-IEC 62109-2	

1) El rango de funcionamiento del MPPT está limitado por la tensión de la batería. VOC FV no debe superar la tensión de flotación de la batería multiplicada por 8. Por ejemplo, para una tensión de flotación de 52,8 V, sería una VOC FV máxima de 422,4 V. Para más información, consulte el manual del producto.

2) Una corriente de cortocircuito más alta podría dañar el controlador en caso de que el conjunto FV se haya conectado con polaridad inversa.

3) Máximo de 450 Voc resulta en 360 Vmpp aprox., por lo que el conjunto FV máximo es de aprox. 360 V x 20 A = 7200 Wp

4) El MPPT RS comprobará si hay suficiente aislamiento resistivo entre FV+ y GND y FV- y GND. En caso de resistencia inferior al umbral, la unidad dejará de cargar, mostrará el error y enviará la señal de error al dispositivo GX (si está conectado) para que se envíe una notificación sonora y por correo electrónico.

5) Relé programable que puede configurarse como alarma general, subtensión CC o función de arranque/parada del generador. Capacidad nominal CC: 4 A hasta 35 VCC y 1 A hasta 70 VCC

6) Actualmente el MPPT RS no es compatible con las redes VE.Smart

Figura A 6

Ficha Técnica Bateria Ultracell UZS600 - 6

UZS600-6
6V 600AH

Quality In Every Language

UZS600-6

Physical Specification

Part Number	UZS600-6
Length	295 ± 2 mm
Width	178 ± 2 mm
Container Height	405 ± 2 mm
Total Height (with terminal)	408 ± 2 mm
Without Electrolyte	34.5 kg
With Electrolyte	52.0 kg

Specifications

	Nominal Voltage	6V	
	Nominal Capacity (120HR)	600AH	
Terminal Type	Standard Terminal	F22	
Container Material	Standard Option	ABS	
Rated Capacity	120hr, 1.80V/cell, 25°C	600.0 AH/ 5.00A	
	100hr, 1.80V/cell, 25°C	550.0 AH/ 5.50A	
	10hr, 1.80V/cell, 25°C	360.0 AH/ 36.0A	
	5hr, 1.75V/cell, 25°C	324.0 AH/ 64.8A	
	1hr, 1.80V/cell, 25°C	202.0 AH/ 202A	
Max Discharge Current	1300A (5s)		
Internal Resistance	Approx 2.5mΩ		
Discharge Characteristics	Operating Temp. Range	Discharge: -15°C~50°C(5°F~122°F) Charge: -10°C~50°C(14°F~122°F) Storage: -20°C~50°C(-4°F~122°F)	
	Nominal Operating Temp. Range	25±3°C	
	Float Charging Voltage (25°C)	6.80 ~ 6.72V at 25°C Temp. Coefficient -18mV/°C	
	Cycle Charging Voltage (25°C)	7.05 ~ 7.20V at 25°C Temp. Coefficient -30mV/°C	
	Capacity affect by Temperature (10HR)	40°C	102%
		25°C	100%
		0°C	85%
-15°C		65%	
Design Floating Life at 20°C	20 Years		
Self Discharge	Ultracell batteries may be stored for up to 6 months at 25°C(77°F) and then a refresh charge is required. For higher temperatures the time interval will be shorter.		


Dimensions

■ F22 Terminal



Figura A 7

Inversor Phoenix Smart 1600 VA – 3000VA

Inversores Phoenix Smart
1600VA – 3000VA www.victronenergy.com



Inversor Phoenix Smart 12/2000



Bluetooth incorporado: totalmente configurable con una tableta o smartphone

- Alarma de tensión baja en la batería
- Niveles de desconexión y reinicio por tensión baja de la batería.
- Desconexión dinámica: nivel de desconexión dependiente de la carga
- Tensión de salida: 210 - 245V
- Frecuencia: 50 Hz o 60 Hz
- On/off del modo ECO y sensor de nivel del modo ECO
- Relé de alarma

Seguimiento:

- Tensión de entrada y salida, carga y alarmas

Puerto de comunicación VE.Direct
El puerto VE.Direct puede conectarse a un ordenador (se necesita un cable de Interfaz VE.Direct) para configurar y monitorizar los mismos parámetros.

Fiabilidad probada
La topología de puente completo más transformador toroidal ha demostrado su fiabilidad a lo largo de muchos años.
Los inversores están a prueba de cortocircuitos y protegidos contra el sobrecalentamiento, ya sea debido a una sobrecarga o a una temperatura ambiente elevada.

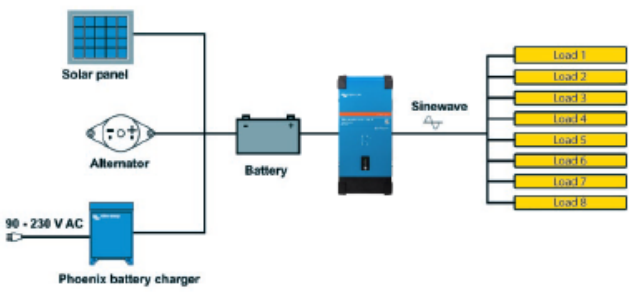
Alta potencia de arranque
Necesaria para arrancar cargas como convertidores para lámparas LED, halógenas o herramientas eléctricas.

Modo ECO
En modo ECO, el inversor se pondrá en espera cuando la carga descienda por debajo de un valor predeterminado. Una vez en espera, el Inversor se activará brevemente cada 2,5 segundos (ajustable). Si la carga excede el nivel predeterminado, el Inversor permanecerá encendido.

Interruptor on/off remoto
Se puede conectar un interruptor o relé On/Off remoto a un conector bifásico. Alternativamente, el terminal H (izquierda) del conector bifásico puede cambiarse al positivo de la batería, o el terminal L (derecha) del conector bifásico puede cambiarse al negativo de la batería (o al chasis de un vehículo, por ejemplo).

Diagnóstico LED
Por favor, consulte el manual para obtener su descripción.

Para transferir la carga a otra fuente CA: el conmutador de transferencia automático
Para nuestros Inversores de menor potencia recomendamos nuestro conmutador de transferencia automático Filax. El tiempo de conmutación del "Filax" es muy corto (menos de 20 milisegundos), de manera que los ordenadores y demás equipos electrónicos continuarán funcionando sin interrupción. Como alternativa, utilice un MultiPlus con interruptor de transferencia incorporado.



Victron Energy B.V. | De Paal 35 | 1351 JG Almere | Países Bajos
Centralita: +31 (0)36 535 97 00 | E-mail: sales@victronenergy.com
www.victronenergy.com




Figura A 8

Ficha Técnica Inversor Phoenix Smart 1600 VA – 3000VA

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



Panel de control del Inversor Phoenix

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



Color Control GX

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



VE.Direct a Interfaz USB

Se conecta a un puerto USB.



Comunicación Inalámbrica por Bluetooth

Se conecta a un smartphone (iOS y Android).



Monitor de baterías BMW-712 Smart

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

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

Figura A 9

Estructura Inclinada 15° Falcat



Nota. <https://autosolar.pe/soportes-suelo/estructura-12-paneles-144c-15o-inclinada-falcat>

Figura A 10

Seccionador y Protector Sobretensiones Beny



Nota. <https://solar-facil.es/protecciones-ac/protector-sobretensiones-ac-monofasico-bua-40-2-270vac/>

Figura A 11

Interruptor Termomagnético y Fusible + Portafusible



Interruptor termomagnético



Fusible Cilindrico FEEO 25A DC + Portafusible

Figura A 12

Conector MC4 Multicontac y Terminal de Compresión



Conector MC4 Multicontact Macho-Hembra



Terminal de Compresión Cable 25mm - Perno 10mm



Tabla A 1

Irradiación Horizontal Global y Temperatura Diaria en el 2018

IRRADIACIÓN HORIZONTAL GLOBAL, TEMPERATURA MÁXIMA Y TEMPERATURA MÍNIMA 2018												
DIA	ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL		
	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN
												-
												2.73
												1.95
												2.29
												1.34
												1.07
												1.14
1	5.51	13.71	2.17	3.83	11.68	1.33	4.79	12.48	0.88	7.75	12.93	-
2	5.46	9.05	2.12	3.30	10.95	1.73	5.69	11.28	1.40	7.42	11.60	0.47
3	5.00	9.57	1.45	5.61	10.20	2.09	5.74	10.73	1.33	6.08	9.47	-
4	6.94	10.16	2.19	6.05	11.77	3.09	6.35	11.37	2.06	7.26	12.02	0.25
5	8.05	13.47	4.00	7.58	13.67	3.45	5.16	10.59	1.88	7.34	12.07	0.39
6	6.56	11.46	1.50	6.16	13.36	1.73	5.88	11.81	0.88	5.08	9.65	0.26
7	6.40	8.87	0.19	6.49	13.50	1.40	4.56	9.53	1.34	5.87	10.06	0.70
8	7.16	10.93	-	5.56	10.34	2.52	6.37	12.98	1.33	6.06	9.57	2.03
9	7.40	12.50	1.89	4.99	10.17	1.34	5.03	11.03	2.74	6.91	10.04	1.21
10	6.61	11.98	-	4.75	12.45	2.98	4.81	12.13	2.08	6.71	10.45	-
11	5.52	8.84	0.01	4.65	12.53	1.50	7.00	11.45	2.57	7.40	13.67	0.89
12	4.21	12.04	0.97	4.49	7.99	-	5.11	12.40	3.50	7.38	13.31	-
13	6.61	12.30	0.85	5.77	9.51	0.14	5.40	12.28	2.08	4.87	9.57	2.16
14	6.12	10.82	0.89	6.71	10.77	0.32	4.82	9.98	1.68	7.21	10.86	-
15	4.63	10.44	1.60	6.86	11.24	1.15	5.65	11.62	2.50	7.28	11.30	2.44
16	5.70	10.60	1.18	6.84	11.30	2.30	3.43	10.77	1.84	7.22	11.43	-
17	6.84	10.95	1.76	6.00	9.69	1.75	4.13	9.07	1.82	7.18	11.98	1.08
18	5.68	9.14	1.21	7.99	12.31	2.38	4.88	11.16	1.18	6.82	11.34	-
19	6.31	10.15	3.31	8.21	12.06	1.83	5.85	9.68	2.38	7.01	11.59	0.92
20	6.02	10.58	1.69	7.24	11.77	1.64	5.11	9.49	2.77	6.77	12.05	-
21	6.15	10.83	0.51	5.38	8.53	0.69	5.20	10.03	1.84	6.55	9.34	0.53
22	6.65	11.21	0.10	4.27	6.99	-	7.22	12.58	1.10	6.17	11.39	1.45
23	6.18	10.71	1.27	7.22	11.04	1.44	6.35	11.56	1.58	5.22	10.34	2.51
24	5.30	8.37	-	6.74	10.30	0.19	7.41	12.24	3.39	4.86	9.96	-
25	4.51	10.81	0.34	7.89	12.02	-	5.89	12.18	2.92	5.60	9.79	0.45
26	7.21	10.43	1.06	6.20	11.09	2.46	6.45	10.69	0.33	4.49	9.76	1.49
27	8.44	12.69	1.50	6.28	11.61	-	7.22	11.94	1.87	5.82	10.66	1.23
28	5.76	11.09	3.08	6.18	12.37	0.32	6.60	11.94	1.96	4.97	10.90	0.39
29	4.16	11.88	0.97	-	-	-	7.14	12.62	0.78	5.75	10.38	-
30	6.01	12.61	3.21	-	-	0.43	6.08	12.02	1.81	6.18	10.89	0.39
31	5.42	10.20	2.36	-	-	0.56	7.65	11.75	0.44	-	-	0.77
			2.59									-
			2.46									1.32
												-
												1.10
												-
												0.24
DIA	MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO		
	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN
1	6.49	10.73	-	6.02	10.82	-	5.69	12.32	-	4.68	9.96	-
2	6.32	12.31	1.14	5.19	4.42	1.87	5.88	12.22	1.35	5.15	11.56	0.05
3	6.14	12.12	-	1.43	7.18	-	4.94	11.30	-	3.64	9.18	-
4	5.78	10.84	1.90	3.34	9.14	0.13	5.81	12.64	2.52	4.49	11.13	1.55
5	4.82	7.97	-	5.03	11.04	-	5.39	13.15	-	6.27	8.24	-
6	5.94	10.19	2.47	5.03	11.88	2.32	5.78	13.02	3.80	4.98	9.44	1.14
7	5.87	8.70	2.99	4.73	10.15	-	5.98	12.13	-	4.99	6.04	-
8	5.73	10.58	1.69	4.94	10.64	3.09	5.96	11.26	2.27	6.12	10.01	0.88
9	5.42	10.43	-	3.87	8.29	-	5.45	9.74	-	6.10	9.81	-
10	5.96	12.92	0.13	4.62	8.05	2.98	5.30	9.90	2.97	6.14	11.61	0.98



11	5.91	12.40	1.41	4.50	8.70	-	4.78	10.78	-	5.98	10.72	-
12	6.19	11.75	1.15	5.05	8.68	2.93	4.67	10.18	1.75	6.11	8.98	1.61
13	6.47	12.07	-	4.46	9.41	-	5.35	10.50	-	6.04	11.33	-
14	6.50	11.82	1.00	4.73	10.63	3.54	4.83	11.06	2.59	6.58	11.07	3.14
15	6.31	11.66	0.44	4.46	10.34	-	5.86	11.04	-	6.12	7.53	-
16	6.27	10.85	-	5.20	10.47	4.14	4.98	9.36	3.95	6.44	10.57	3.52
17	6.34	11.40	0.52	5.67	11.44	-	5.86	11.21	-	6.36	9.80	-
18	6.40	11.96	-	5.45	11.08	3.14	5.04	10.91	1.49	6.76	11.97	0.92
19	6.19	9.40	0.46	5.43	10.21	-	4.78	10.11	-	6.17	11.56	-
20	6.25	10.96	-	5.75	11.14	2.45	3.91	8.44	2.19	5.35	4.45	2.89
21	6.33	11.71	2.70	5.83	11.85	-	0.84	7.39	-	5.75	7.74	-
22	6.05	11.51	-	4.11	10.05	2.32	4.72	9.61	2.08	6.81	10.81	1.83
23	6.07	11.49	4.24	5.81	12.14	-	4.89	9.80	-	7.07	12.83	-
24	6.10	11.05	-	5.43	10.58	1.75	6.09	11.85	2.48	7.33	12.76	2.70
25	6.02	11.13	3.28	5.66	11.10	-	5.87	11.25	-	6.47	10.35	-
26	6.10	11.77	-	5.59	9.74	2.20	6.27	11.51	3.60	5.25	7.00	3.21
27	5.93	11.65	3.01	4.74	11.67	-	6.21	12.25	-	6.48	11.45	-
28	6.01	12.19	-	5.81	10.68	2.74	6.35	13.06	4.23	6.08	11.34	1.98
29	6.09	11.77	2.10	5.74	12.00	-	6.30	12.81	-	6.04	11.48	-
30	6.18	11.81	-	5.74	11.68	3.50	6.52	13.14	2.42	6.47	12.08	0.06
31	6.13	12.20	2.07	-	-	-	5.91	11.91	-	6.42	13.04	-
			-			2.01			2.35			2.05
			2.30			-			-			-
			-			2.71			2.54			0.95
			2.73			-			-			-
			-			3.74			2.40			2.14
			2.75			-			-			-
			-			3.63			2.57			3.47
			3.23			-			0.41			-
			-			2.33			-			1.23
			2.09			-			0.73			-
			-			2.84			-			4.15
			2.20			-			2.47			-
			-			3.31			-			4.53
			2.38			-			2.61			-
			-			3.00			-			3.59
			1.85			-			3.61			-
			-			2.08			-			3.25
			1.96			-			3.06			0.56
			0.23			3.06			-			-
			-			-			4.36			0.46
			2.86			2.42			-			-
			-			0.29			3.55			1.96
			3.83			-			-			-
			-			0.71			3.27			2.09
			3.38			-			-			-
			-			2.91			3.06			1.15
			-			0.05			-			-
			-			-			3.49			1.21
			-			-			-			-
			-			-			1.24			1.64

DIA	SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN
1	7.09	13.36	-	8.17	15.17	1.95	7.64	13.24	3.07	8.67	13.83	-
2	7.81	12.17	0.58	7.98	15.43	-	5.72	12.99	0.90	4.92	10.72	0.92
3	7.64	12.60	-	6.64	14.30	0.80	6.92	14.02	2.41	8.85	13.81	1.47
4	7.55	12.00	-	5.20	11.87	1.70	5.45	11.93	2.62	9.35	15.55	1.47
5	7.53	12.88	4.27	6.68	7.79	2.20	5.94	9.07	2.20	8.94	13.78	0.79
6	7.58	13.34	4.78	5.44	9.88	0.82	5.94	12.31	1.86	5.87	9.86	1.20
7	7.33	13.17	-	6.09	10.53	-	6.76	11.71	2.09	7.95	10.72	-
8	6.93	12.39	-	7.49	11.25	0.66	7.73	13.59	0.23	6.16	14.11	-
9	7.20	11.00	5.78	7.13	12.77	0.01	8.12	12.74	2.28	9.01	15.28	0.72
10	7.04	11.53	-	7.11	9.06	0.91	8.61	14.32	2.64	9.12	14.79	0.13
11	6.64	11.89	3.61	4.88	9.25	-	8.25	15.00	1.29	8.88	14.92	0.42
12	7.45	13.69	-	4.25	11.35	0.06	4.99	13.37	3.40	8.92	15.07	0.12
13	7.44	15.01	3.20	4.89	8.53	2.02	7.82	14.70	1.70	6.44	14.39	0.15
14	7.24	10.82	-	6.71	10.53	1.39	6.04	13.49	2.62	7.83	13.33	-
15	6.35	12.22	1.82	4.98	10.68	0.64	6.52	12.51	3.87	6.67	11.74	0.56



16	6.38	14.22	-	7.11	12.47	2.14	6.21	10.50	2.99	5.22	11.48	-
17	7.88	13.65	0.58	7.35	12.02	1.16	6.88	11.73	3.66	4.74	9.51	0.04
18	8.00	13.11	-	6.74	12.03	1.42	7.02	8.71	3.63	4.27	9.55	0.63
19	7.64	15.22	1.31	5.91	11.25	0.76	4.75	8.33	1.65	5.00	8.78	1.91
20	7.79	14.30	0.50	4.80	8.29	1.56	6.41	11.57	1.39	6.14	8.46	1.47
21	7.54	13.34	-	7.72	12.12	1.74	7.66	14.92	2.79	5.01	12.31	2.89
22	7.13	12.91	1.56	7.75	12.32	1.15	8.35	10.51	0.81	7.26	13.82	1.57
23	6.96	13.91	-	5.69	11.37	1.48	8.90	16.39	0.40	6.97	12.50	1.09
24	6.03	10.74	0.75	4.70	9.99	-	4.01	15.91	3.31	5.61	7.72	0.84
25	6.80	11.96	-	3.55	10.47	1.04	7.42	11.70	2.74	7.38	11.02	1.80
26	7.36	10.70	2.68	6.11	10.51	0.09	6.00	13.05	2.88	6.08	5.61	-
27	7.03	12.43	-	6.21	11.91	1.07	5.35	12.63	2.15	5.54	11.52	0.11
28	6.80	13.44	0.74	8.25	14.08	1.47	6.64	8.64	2.60	4.74	11.75	-
29	8.18	15.13	-	8.06	13.04	0.15	7.90	13.89	2.64	4.07	12.43	0.67
30	8.18	15.96	0.25	8.02	13.74	1.59	7.43	14.44	2.52	4.18	12.58	-
31	-	-	-	7.04	13.92	2.03	-	-	-	5.76	11.62	0.11
			0.83			1.78						1.40
			0.17			2.65						1.35
			-			1.60						1.46
			2.57			2.82						1.75
			-									0.57
			2.62									1.92
			0.58									-
			-									0.63
			2.25									0.32
			-									2.49
			1.26									-
			-									3.16
			3.16									0.99
			0.99									-
			-									1.43
			1.43									0.10
			0.10									0.58
			0.58									0.39
			0.39									1.01
			1.01									0.75
			0.75									

Nota. ALLSKY_SFC_SW_DWN: Irradiación Horizontal Global(kWh/m2/día),
T2M_MAX: Temperatura Máxima a 2 metros de suelo (°C), T2M_MIN:
Temperatura Mínima a 2 metros del suelo(°C). Los datos fueron obtenidos de:
<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

Tabla A 2

Irradiación Horizontal Global y Temperatura Diaria en el 2019

DIA	IRRADIACIÓN HORIZONTAL GLOBAL, TEMPERATURA MÁXIMA Y TEMPERATURA MÍNIMA 2019											
	ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL		
	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN
1	6.24	12.97	1.76	5.92	11.15	1.72	7.21	12.17	2.69	4.82	12.64	2.10
2	6.82	12.74	0.47	3.52	9.62	1.98	6.04	13.67	0.92	4.64	11.89	1.30
3	5.99	6.92	1.54	5.40	10.89	1.78	6.64	12.22	3.44	4.53	11.36	1.15
4	5.30	11.00	0.19	7.09	11.20	0.88	7.18	13.38	0.30	6.70	13.32	1.32
5	5.30	11.90	1.47	6.58	11.35	0.54	7.09	13.45	1.97	6.41	13.64	-
6	8.00	14.37	3.32	7.88	12.09	-	5.63	10.60	2.93	5.67	10.68	2.59
7	8.40	14.85	1.47	5.39	8.76	0.32	7.60	13.06	2.04	6.88	12.12	0.87
8	6.33	11.54	3.39	5.20	10.03	2.61	7.82	13.94	0.87	7.25	12.50	-
9	7.37	12.94	2.69	4.97	10.27	1.20	6.12	12.65	2.40	7.55	13.32	1.62



10	6.54	12.30	4.20	4.62	11.71	1.04	6.97	11.44	2.78	7.38	13.76	-
11	6.20	9.86	2.66	5.17	11.41	1.56	6.35	12.24	3.10	6.69	12.88	1.90
12	4.86	11.30	0.83	4.20	11.02	3.05	6.67	12.80	2.12	6.33	11.86	-
13	5.18	12.02	1.42	4.00	10.56	1.81	6.04	11.37	1.30	6.89	13.76	0.84
14	6.25	10.32	2.10	5.40	12.14	1.45	5.89	11.83	1.65	6.47	12.56	-
15	5.34	11.11	1.37	6.52	12.62	2.97	5.98	13.87	1.22	6.54	12.20	0.95
16	5.34	11.83	0.04	4.20	10.74	1.26	6.50	12.66	2.33	4.52	9.90	0.38
17	6.08	10.50	2.33	6.84	12.60	2.79	5.54	13.38	1.65	4.28	10.03	0.70
18	6.39	10.83	2.08	6.41	12.19	1.49	4.55	11.50	1.39	5.73	11.84	0.28
19	6.19	9.94	0.48	6.97	11.96	4.11	6.34	12.33	2.84	5.73	12.05	1.48
20	6.76	12.66	1.18	4.83	12.31	3.19	4.31	9.55	3.64	6.16	12.75	2.73
21	8.54	13.41	2.82	6.60	12.35	2.35	5.74	9.85	2.19	6.14	12.21	2.33
22	4.69	10.98	3.08	7.59	10.95	2.19	7.13	12.81	1.84	6.17	11.60	2.38
23	5.72	11.75	1.85	8.34	12.06	3.93	7.64	13.32	-	4.73	9.02	1.62
24	7.27	10.57	0.62	7.74	11.20	3.03	6.41	12.63	0.49	5.14	10.25	1.22
25	6.83	12.19	0.13	7.09	9.67	2.32	6.80	9.29	2.00	5.66	11.87	0.75
26	6.76	11.27	0.09	6.84	12.25	1.16	4.82	9.98	1.66	5.54	11.25	2.06
27	7.61	11.62	1.72	6.27	10.29	2.01	5.34	8.68	1.25	6.37	12.38	2.99
28	5.62	9.62	1.79	4.75	7.76	1.77	6.13	11.65	0.56	5.34	11.21	1.22
29	5.54	10.28	2.55			1.02	6.83	11.88	0.08	5.56	11.98	0.84
30	4.99	11.14	2.42				5.88	11.29	1.23	4.27	9.14	-
31	3.87	10.89	1.55				6.33	13.06	2.29			0.73
									2.95			2.41
												0.54
												2.67
												1.69
												3.51

DIA	MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO		
	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN
			1.42			-			-			-
			0.58			1.79			2.38			3.21
			-			-			-			-
			0.03			1.58			2.65			2.57
1	6.17	8.72	1.67	5.91	13.00	-	5.81	12.00	2.65	6.50	13.07	-
2	6.51	14.33	-	5.81	11.36	0.19	5.85	13.54	2.36	6.38	12.24	4.01
3	6.85	13.82	0.96	5.71	8.03	-	5.98	13.56	-	6.49	10.74	-
4	6.10	9.66	0.08	5.82	10.95	3.29	5.91	13.65	0.68	6.67	12.17	4.82
5	4.46	11.45	-	6.06	10.73	-	5.17	11.13	-	6.63	12.59	-
6	5.38	11.06	1.87	6.22	10.78	1.83	5.67	10.76	3.44	6.66	12.87	3.91
7	5.67	12.02	-	6.12	11.40	-	5.80	12.23	-	6.65	12.33	-
8	5.27	10.97	0.08	5.99	10.83	2.52	5.90	12.15	0.66	6.50	12.30	3.74
9	4.81	12.31	-	5.84	11.33	-	6.08	11.51	-	6.44	12.58	-
10	6.24	13.18	0.61	5.79	12.40	3.27	6.02	11.76	1.28	6.33	11.69	3.27
11	5.97	12.88	-	5.51	11.91	-	6.04	12.11	-	6.56	13.45	-
12	4.49	9.77	0.73	5.25	11.91	-	5.93	11.99	-	6.62	13.89	4.05
13	3.57	8.43	1.55	5.42	12.31	3.54	5.83	10.36	2.59	6.29	10.12	-
14	5.97	10.38	-	5.42	12.53	-	5.71	8.28	-	6.50	12.58	3.90
15	6.45	11.17	0.02	5.29	11.51	2.50	5.76	11.15	3.82	6.73	12.72	-
16	6.54	11.06	-	3.58	11.06	-	5.40	5.61	-	6.72	13.15	4.28
17	6.53	11.92	0.24	3.03	4.62	2.63	3.80	7.04	3.66	6.81	14.27	-
18	6.43	12.67	-	5.01	10.85	-	4.03	8.29	-	6.72	13.63	0.87
19	6.16	11.87	1.13	5.75	12.28	1.37	4.07	8.72	3.63	6.61	13.43	-
20	6.10	12.53	-	5.61	11.28	-	5.25	8.95	-	6.55	10.13	2.85
21	5.63	11.27	0.34	5.63	10.11	1.01	5.64	11.06	2.80	6.68	11.84	0.69
22	4.73	7.95	-	5.92	10.88	-	5.80	10.70	-	6.76	11.71	-
23	5.73	10.44	2.34	6.02	9.94	0.74	4.76	9.69	1.48	6.59	11.84	1.87
24	6.21	7.04	-	6.05	10.30	1.08	5.49	9.16	-	5.98	10.30	-
25	6.08	10.89	2.80	5.98	10.58	-	6.40	11.47	1.88	6.62	12.14	1.95
26	5.93	11.62	-	5.98	11.16	0.62	6.44	11.00	-	7.07	11.41	-
27	6.09	11.77	2.86	5.87	11.55	0.66	6.18	10.21	2.81	6.62	9.92	2.77
28	6.06	12.21	-	5.72	11.37	-	5.37	11.45	-	6.83	11.76	-
29	5.92	12.28	2.73	5.40	10.80	1.44	6.41	12.79	0.19	7.12	13.45	2.35
30	6.06	12.82	-	5.07	11.00	-	6.36	11.62	-	7.00	13.73	-
31	6.14	12.66	3.06	5.22	11.63	1.70	6.30	11.56	2.35	6.83	13.03	2.90
			-			-			-			-
			1.15			0.34			2.38			1.85
			-			-			-			-
			-			0.99			1.57			0.18



-
1.65
-
2.63
-
3.33
-
1.06

Nota. ALLSKY_SFC_SW_DWN: Irradiación Horizontal Global(kWh/m2/día),
T2M_MAX: Temperatura Máxima a 2 metros de suelo (°C), T2M_MIN:
Temperatura Mínima a 2 metros del suelo(°C). Los datos fueron obtenidos de:
<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

Tabla A 3

Irradiación Horizontal Global y Temperatura Diaria en el 2020

DIA	IRRADIACIÓN HORIZONTAL GLOBAL, TEMPERATURA MÁXIMA Y TEMPERATURA MÍNIMA 2020											
	ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL		
	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN
												0.26
												1.36
												1.26
									-			1.44
1	4.32	10.28	1.76				7.74	12.94	0.80	6.65	11.53	1.79
2	6.09	10.04	1.96	4.17	9.46	2.91	7.43	12.97	1.84	6.92	11.96	2.00
3	6.72	12.37	1.24	6.66	12.63	2.14	7.93	12.73	1.82	6.57	11.61	2.71
4	6.29	11.82	2.42	5.74	12.14	1.85	6.72	12.25	1.67	6.26	12.30	2.03
5	5.45	10.85	2.19	5.82	12.39	1.94	7.60	12.88	2.18	6.22	11.53	1.78
6	8.71	14.04	0.29	4.94	13.78	1.55	6.50	12.35	2.23	5.35	10.36	1.37
7	5.91	13.69	2.33	5.16	11.58	4.09	6.69	11.67	1.80	5.78	9.15	-
8	8.66	14.21	3.64	5.37	13.21	2.04	8.21	13.59	1.55	7.14	12.69	1.19
9	7.50	13.50	3.13	3.85	9.97	2.52	6.74	11.82	0.98	7.18	13.40	-
10	6.16	12.21	1.07	6.48	10.21	4.02	6.05	11.40	0.20	6.85	13.16	0.89
11	4.03	10.82	2.45	6.39	10.21	2.74	6.02	12.25	-	7.47	14.05	-
12	5.94	11.45	1.20	6.16	11.69	1.51	6.61	11.78	0.65	7.21	13.91	1.46
13	5.17	10.84	1.57	5.66	10.87	2.99	6.10	10.70	1.77	7.49	14.73	-
14	5.72	11.60	2.43	5.71	9.62	1.75	6.55	11.95	2.21	7.28	13.74	1.52
15	4.62	11.07	2.24	4.60	10.87	3.16	6.34	12.66	2.32	7.05	11.63	-
16	7.27	11.84	1.50	5.03	12.99	3.03	5.83	9.47	1.46	6.00	11.16	1.33
17	6.75	8.93	1.83	6.29	13.75	1.44	4.44	10.92	2.21	5.30	10.15	-
18	7.41	11.88	0.38	6.76	13.19	1.58	4.77	10.73	1.37	4.95	11.46	0.36
19	7.95	12.45	2.65	5.19	12.13	3.19	5.23	12.41	0.90	5.10	11.41	-
20	5.52	12.56	1.71	6.02	12.72	1.77	4.34	12.78	2.36	5.12	11.91	0.25
21	5.44	10.48	4.54	3.01	11.44	3.73	4.28	10.43	2.89	5.81	10.59	-
22	4.92	11.12	3.46	2.55	8.65	2.57	6.42	12.06	1.53	6.34	11.45	1.25
23	7.15	12.28	3.17	6.35	11.20	1.11	6.86	12.30	1.86	6.22	12.37	-
24	7.58	12.15	4.01	7.98	13.89	0.81	6.03	12.28	1.68	6.42	12.23	1.28
25	7.82	12.88	3.59	6.05	12.38	3.27	6.57	13.02	3.80	6.30	11.85	-
26	8.39	13.93	2.43	6.45	13.67	2.52	7.05	12.52	2.79	4.16	9.20	0.88
27	6.27	11.88	3.95	5.06	11.25	4.00	5.30	10.29	4.40	6.18	11.26	-
28	7.54	11.03	2.82	6.26	11.17	1.82	5.10	11.25	1.44	6.39	12.93	0.30
29	6.50	12.62	3.30	6.56	12.38	1.56	4.99	11.53	2.14	5.91	12.33	1.28
30	4.88	12.89	2.30	7.22	12.29	2.15	6.13	11.79	2.08	5.86	11.92	0.84
31	4.82	12.20	1.62				5.27	10.63	1.70			1.47
									2.17			2.28
												1.84
												2.00



	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN
			-									
			0.79									
			1.04									
			1.25									
			1.88									
			0.45									
			1.09									
			-									
			0.72						0.47			
1	5.81	12.85	-	5.77	12.33	0.47	8.37	15.05	1.14	6.11	11.08	1.83
2	6.07	13.33	-	6.88	13.63	2.51	8.10	14.89	2.88	7.75	14.91	-
3	6.45	11.84	1.61	7.69	13.72	1.48	8.17	13.80	0.66	6.59	13.86	0.38
4	6.32	12.87	0.42	5.48	12.68	-0.18	8.25	14.45	-	5.85	12.73	3.94
5	6.86	13.72	-	7.51	13.78	-1.04	8.78	15.25	1.84	6.07	12.01	3.39
6	6.64	10.92	1.26	7.37	11.55	1.89	7.95	14.55	1.92	5.17	12.32	1.90
7	4.66	12.08	0.70	6.35	12.88	1.69	7.73	13.59	3.18	6.40	14.17	2.90
8	5.39	10.69	-	7.62	14.25	0.01	8.19	13.04	1.75	7.84	13.70	1.46
9	6.80	13.09	0.55	7.98	15.80	0.91	7.49	12.61	3.60	8.56	14.19	3.27
10	7.06	13.66	-	7.35	14.52	2.13	7.55	11.43	1.43	6.68	11.70	5.21
11	6.61	8.55	2.11	6.74	10.07	2.07	7.62	15.44	0.96	8.83	15.28	1.90
12	5.57	7.28	0.60	6.78	13.98	1.76	8.43	15.07	1.69	8.23	15.22	0.99
13	6.00	13.04	1.75	6.68	12.59	-0.73	8.77	16.11	2.09	8.25	15.52	1.91
14	5.60	11.81	0.85	4.77	9.16	0.74	8.11	15.91	0.76	6.92	13.36	1.91
15	4.16	13.20	0.07	5.17	12.22	-0.77	8.52	16.29	0.63	7.10	15.00	3.52
16	6.63	13.56	-	5.08	12.59	-0.11	7.84	10.90	4.74	6.73	14.12	3.55
17	4.80	10.65	0.79	6.25	13.16	-0.32	8.92	14.51	3.44	7.43	12.92	3.53
18	5.05	10.13	-	5.99	12.21	-0.08	9.02	16.59	1.07	6.18	14.04	2.34
19	6.98	13.11	0.85	6.51	12.56	0.46	7.02	13.40	3.51	7.29	14.31	1.54
20	7.04	13.73	1.95	7.31	12.47	0.02	8.40	15.65	1.62	7.42	14.40	3.00
21	7.78	15.80	-	6.37	13.75	0.63	8.54	15.18	2.76	6.29	9.93	2.59
22	8.15	14.70	0.81	6.24	12.33	1.67	8.23	15.11	2.91	4.67	12.29	1.77
23	8.09	13.21	-	6.94	10.51	1.19	8.40	15.64	-	6.78	11.79	1.47
24	8.27	12.82	3.35	7.26	15.02	1.07	8.79	17.13	0.04	6.73	14.14	1.39
25	7.91	14.89	-	7.09	13.41	2.36	8.62	16.17	1.02	7.09	13.76	2.14
26	7.55	14.77	3.31	8.39	16.51	0.15	7.36	16.47	4.69	3.08	12.09	1.36
27	7.23	13.54	-	8.06	16.62	1.48	8.26	13.00	3.59	6.49	10.92	2.15
28	6.28	9.60	4.61	9.14	17.15	-2.86	7.29	14.18	3.69	3.16	7.68	1.53
29	5.38	13.12	-	8.77	16.86	-0.96	7.43	14.15	2.39	6.39	11.74	1.20
30	5.94	12.33	2.99	6.18	10.53	1.91	8.39	16.26	2.70	5.45	10.54	2.99
31			1.39	7.23	14.85	0.08			2.39	3.16	9.24	3.89
			-									2.91
			0.32									
			-									
			0.40									
			-									
			1.34									
			-									
			0.63									

Nota. ALLSKY_SFC_SW_DWN: Irradiación Horizontal Global(kWh/m2/debería),

T2M_MAX: Temperatura Máxima a 2 metros de suelo (°C), T2M_MIN:



Temperatura Mínima a 2 metros del suelo(°C). Los datos fueron obtenidos de:

<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

Tabla A 4

Irradiación Horizontal Global y Temperatura Diaria en el 2021

IRRADIACIÓN HORIZONTAL GLOBAL, TEMPERATURA MÁXIMA Y TEMPERATURA MÍNIMA 2021												
DIA	ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL		
	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN
												0.94
												0.43
												1.83
												1.00
						2.28			0.82			0.84
						3.80			1.63			2.33
1	7.11	10.70	1.53	5.80	12.55	3.11	7.47	11.53	0.80	6.61	7.78	1.54
2	5.84	10.81	2.12	4.53	13.35	3.17	6.40	11.95	1.39	6.05	10.31	3.29
3	6.03	11.91	2.69	4.20	10.54	2.38	7.07	11.98	1.33	5.27	10.41	2.12
4	7.32	12.58	3.53	5.22	10.49	2.20	5.74	12.32	1.67	4.54	10.29	3.73
5	7.69	11.19	1.57	6.88	12.09	2.99	5.85	11.55	1.07	4.79	11.49	2.05
6	4.91	9.10	1.48	7.79	13.38	3.95	5.55	8.94	3.19	5.01	11.49	-
7	4.45	11.58	1.66	8.22	13.07	1.33	6.96	12.20	-	5.27	12.68	0.01
8	4.79	10.51	1.21	7.56	11.91	1.96	7.02	13.03	0.02	6.21	11.50	0.18
9	6.39	10.09	0.47	7.08	13.81	0.52	7.43	6.79	-	4.90	12.27	1.60
10	5.73	11.50	1.74	6.25	9.52	1.18	8.09	10.48	2.00	5.22	11.77	2.86
11	6.17	11.04	3.69	7.92	11.37	1.36	7.28	11.90	-	5.25	10.85	1.54
12	7.00	12.49	3.01	6.14	11.29	1.02	7.56	10.44	1.05	4.88	10.54	2.21
13	5.26	11.63	3.10	6.64	11.53	1.65	7.00	10.97	0.96	6.65	11.50	0.05
14	6.41	11.94	2.51	5.29	9.82	0.39	6.39	10.80	0.10	5.10	10.77	-
15	5.76	11.90	2.84	3.50	9.07	0.87	4.85	10.61	0.59	6.54	12.30	0.09
16	4.96	13.09	2.33	6.90	10.75	0.10	4.74	12.50	0.09	7.12	13.34	-
17	4.41	8.16	2.88	5.50	10.59	1.03	5.06	10.70	0.18	7.13	11.11	1.24
18	4.31	6.14	2.46	3.21	8.85	0.87	2.28	6.23	2.43	7.20	13.55	-
19	6.16	12.21	0.48	6.66	10.16	2.49	5.23	11.14	1.95	7.22	13.10	1.47
20	6.95	12.16	1.11	4.64	9.32	0.56	6.33	11.65	1.65	6.99	8.64	0.36
21	6.10	10.24	0.50	6.53	10.25	0.29	6.76	10.69	0.65	6.61	11.97	-
22	6.25	10.84	0.25	6.01	9.42	-	4.55	9.31	3.63	6.13	12.21	1.29
23	6.87	9.72	0.06	7.11	10.78	0.51	5.87	11.00	1.86	6.07	12.56	-
24	4.99	11.28	0.11	8.28	11.43	-	7.02	9.90	0.20	6.49	13.32	0.61
25	6.15	12.33	1.15	8.45	12.55	1.01	5.93	11.95	1.47	6.87	12.15	-
26	7.18	14.07	1.68	6.52	10.30	-	5.96	11.79	-	6.80	12.60	0.93
27	9.11	14.33	0.57	7.77	10.13	0.54	5.78	11.95	1.05	6.19	11.86	-
28	8.12	14.11	2.85	6.92	11.27	-	5.59	10.28	2.27	6.13	11.54	0.30
29	7.17	10.51	1.08			0.14	3.67	11.12	2.45	6.17	10.57	-
30	7.25	10.14	1.53			0.47	4.96	10.77	2.15	6.56	12.26	0.50
31	5.51	13.09	1.98				5.33	11.07	0.42			-
									1.88			1.55
									0.73			-
												0.38
												1.47

DIA	MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO		
	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN
1	6.75	11.73	-	5.98	12.30	-	6.06	11.09	-	5.48	10.03	-
2	6.74	12.20	3.06	6.10	12.00	1.47	6.09	10.48	3.76	5.64	10.73	1.15
3	6.50	11.81	-	5.72	9.63	-	6.09	8.82	-	4.48	9.38	-
4	6.14	12.95	2.09	4.57	10.30	3.49	6.12	10.24	3.73	4.76	7.97	3.35
5	5.98	10.97	2.31	5.73	10.08	1.35	6.07	10.47	-	6.28	12.29	-
6	5.66	10.63	1.35	5.82	11.91		5.99	12.10	4.42	6.33	11.68	2.91



7	5.53	12.14	2.28	5.94	9.77	-	5.97	12.78	-	6.43	13.18	-
8	5.62	11.64	2.45	5.76	11.05	1.52	5.89	11.75	4.02	6.57	13.39	4.09
9	6.16	11.62	-	5.79	11.98	-	5.84	11.07	-	6.22	13.71	-
10	6.00	11.01	1.62	5.44	12.19	1.64	5.96	12.23	3.18	6.34	12.55	3.77
11	6.20	11.07	-	4.44	4.99	-	5.74	11.02	-	6.27	9.29	-
12	6.09	11.03	0.73	5.78	9.76	2.39	5.72	12.64	3.65	6.55	13.35	1.72
13	6.00	12.35	-	5.86	10.83	-	5.80	11.61	-	6.62	13.68	-
14	5.57	11.17	2.18	5.84	11.65	2.05	5.79	11.70	3.33	6.55	12.84	2.87
15	6.02	11.28	-	5.31	9.98	-	5.91	13.31	-	6.62	12.77	-
16	6.16	11.67	1.21	5.43	11.41	1.01	6.10	12.67	0.17	6.78	12.78	2.99
17	5.89	11.26	0.63	5.29	10.02	-	6.11	9.62	-	6.89	13.51	-
18	5.56	11.04	0.81	5.60	11.22	2.40	5.06	4.18	0.14	6.94	12.83	3.19
19	6.41	12.60	-	5.39	10.67	-	4.94	10.36	-	6.77	13.01	2.11
20	6.23	13.13	0.05	5.44	11.23	1.31	5.20	9.41	2.91	6.95	13.36	0.56
21	5.73	13.01	0.72	5.68	11.98	-	5.81	10.75	-	6.41	9.97	-
22	6.30	13.53	0.75	5.21	7.05	2.85	5.85	10.61	3.61	6.52	12.79	1.52
23	2.96	8.29	-	5.45	12.23	-	5.84	10.94	-	6.56	13.53	-
24	4.17	7.65	0.40	6.04	11.96	3.67	5.75	12.38	1.82	6.27	14.57	2.84
25	4.04	8.54	-	5.77	9.03	-	5.33	11.85	-	6.99	15.71	-
26	4.55	11.09	0.38	5.60	11.68	3.58	5.94	12.83	0.88	6.75	15.24	2.05
27	4.13	11.50	-	5.27	9.04	-	6.01	12.35	-	6.19	14.34	-
28	6.01	12.84	0.38	5.18	5.54	3.35	5.94	11.65	0.86	6.84	11.89	1.58
29	5.98	12.87	-	5.67	8.70	-	5.95	11.47	-	6.31	10.35	-
30	5.78	12.70	0.59	5.87	10.38	3.18	6.00	13.41	1.37	6.86	12.68	2.25
31	3.67	9.16	-	-	-	-	6.13	12.18	-	7.12	12.97	-
			2.74			0.51			1.33			3.74
			-			-			-			-
			2.85			1.26			1.93			2.94
			-			-			-			-
			2.25			0.95			0.78			3.07
			-			-			-			-
			1.22			0.96			3.04			2.77
			-			-			-			-
			1.18			1.65			2.50			0.35
			-			-			-			-
			1.76			2.28			2.84			2.02
			-			-			-			-
			1.27			1.42			3.06			0.72
			-			-			-			-
			1.02			1.80			2.47			0.91
			-			-			-			-
			2.24			2.05			2.16			1.35
			-			-			-			-
			1.56			0.37			2.75			0.07
			-			-			-			1.38
			1.45			2.10			2.60			-
			0.08			-			-			1.20
						1.66			3.26			-
						-			-			0.44
						1.27			0.59			-
						-			-			0.29
						2.03			1.00			-
						-			-			0.03
						3.70			1.29			-
						-			-			-
									3.20			-

DIA	SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN
1	7.21	14.42	-	7.74	14.42	1.29	7.19	11.95	2.58	5.81	13.81	2.06
2	7.31	14.38	3.36	7.75	14.12	3.13	6.89	10.98	2.74	4.45	10.11	4.24
3	7.09	13.73	2.43	7.53	14.78	2.52	7.25	7.53	-	4.74	10.96	1.72
4	7.09	13.17	0.94	7.48	15.09	0.45	7.73	14.07	1.39	4.79	8.69	-
5	6.35	12.81	3.24	4.62	10.74	-	7.72	14.18	-	3.63	9.79	0.38
6	6.48	13.82	1.28	4.23	10.78	0.42	7.93	13.39	2.08	5.43	9.92	0.22
7	6.07	11.90	-	5.48	11.25	0.32	6.42	9.51	1.71	7.34	12.59	1.40
8	6.44	13.66	3.31	5.94	10.11	0.84	8.35	14.86	2.40	5.45	11.95	0.70
9	6.11	13.52	0.58	6.91	13.92	1.22	7.58	12.27	1.81	4.72	10.64	3.13
10	6.66	11.61	0.29	7.65	14.16	1.34	7.67	12.29	0.81	5.06	11.32	3.23



19	6.31	12.35	1.46	8.13	11.75	2.35	6.73	11.81	-	7.04	13.92	-
20	7.47	12.42	2.31	6.53	12.56	1.59	5.22	11.22	1.87	6.91	12.93	0.47
21	5.64	12.09	-	6.66	11.80	1.37	7.01	12.48	-	6.97	13.79	-
22	6.13	11.21	0.06	7.42	11.58	-	6.80	13.05	0.19	6.68	13.79	1.74
23	4.94	12.10	-	6.01	8.76	0.69	6.72	13.15	0.71	6.26	12.86	-
24	4.03	10.30	0.40	6.56	12.05	0.50	6.06	12.26	1.78	5.82	12.37	2.35
25	6.34	10.10	1.92	6.23	11.16	2.10	6.64	13.58	0.60	6.34	11.63	-
26	7.08	12.15	1.42	5.97	10.52	2.33	4.07	10.60	1.40	6.13	13.35	2.71
27	5.79	10.81	1.16	7.81	11.25	3.14	5.05	10.80	2.20	6.75	12.42	-
28	5.26	11.99	1.48	6.68	11.66	3.06	5.63	11.33	2.35	5.96	12.58	1.98
29	5.88	12.57	1.51			1.98	7.40	11.42	3.00	6.69	11.82	0.80
30	6.11	12.63	0.36			2.97	7.04	13.21	2.14	6.41	9.92	-
31	5.85	12.19	3.85				5.34	9.85	1.92			0.68
			2.11						1.96			1.32
			2.82						2.88			0.15
			1.51						1.37			-
			2.28						-			0.99
									0.32			0.87
									2.28			1.35
												3.14
												1.73
												2.02
												0.79
												0.79
												1.33

DIA	MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO		
	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN
			0.70			0.53			-			0.88
			1.40			0.59			3.19			2.26
			1.44			0.37			-			0.14
			1.18			-			2.28			-
			-			1.10			-			3.57
1	6.61	13.83	1.37	4.55	8.63	1.00	5.90	13.48	2.50	6.23	14.16	-
2	6.54	13.63	-	5.19	11.83	-	5.55	12.60	-	5.85	9.97	1.13
3	6.16	12.35	-	4.88	5.81	-	5.35	11.21	2.22	6.28	13.82	-
4	6.15	11.23	2.22	4.78	11.24	0.63	5.39	11.03	-	6.13	13.18	0.97
5	6.46	13.31	-	4.67	9.67	-	5.75	12.16	1.89	5.05	7.49	-
6	6.50	13.14	0.13	5.37	12.82	1.14	5.72	12.14	-	5.51	8.81	2.01
7	6.40	12.90	0.11	5.81	11.80	-	5.62	11.08	2.74	3.60	10.42	-
8	6.23	13.28	-	6.12	11.41	3.57	5.54	10.91	0.94	4.13	8.43	0.44
9	6.20	13.18	2.06	6.00	10.69	-	5.32	11.97	-	6.06	12.51	-
10	5.69	10.53	1.23	4.87	8.20	4.51	5.34	12.62	1.01	6.22	12.77	1.68
11	6.06	11.42	0.44	5.84	10.09	-	5.70	13.74	-	6.73	13.70	-
12	5.96	12.09	0.29	5.99	10.08	3.62	5.28	13.96	0.05	6.91	13.99	1.20
13	5.93	12.44	-	5.97	10.03	-	4.95	12.46	1.06	6.77	14.76	-
14	6.25	13.52	1.92	6.17	11.37	4.39	5.35	13.54	-	6.64	14.42	3.56
15	6.33	13.56	-	5.92	11.46	-	5.25	12.85	0.47	6.63	15.30	-
16	6.14	13.29	0.52	5.95	12.91	5.31	6.21	13.42	0.93	6.92	15.65	4.89
17	6.34	13.35	-	6.04	11.83	-	5.77	11.43	1.14	7.08	16.37	-
18	6.20	13.30	1.67	5.83	9.15	4.72	4.99	9.31	0.18	7.29	13.10	3.60
19	5.75	13.23	-	5.79	11.89	-	5.81	11.73	-	6.73	11.38	-
20	6.22	12.69	0.52	5.24	11.38	4.70	6.01	13.78	2.44	7.11	13.83	2.78
21	5.90	13.23	-	5.39	12.33	-	6.21	14.26	-	7.09	13.53	-
22	6.10	13.29	1.64	5.73	12.32	4.16	6.16	13.93	0.76	6.78	12.43	2.29
23	6.37	11.84	-	4.50	11.17	-	5.93	13.82	0.56	6.65	13.00	-
24	6.20	11.41	2.87	5.35	11.88	3.54	5.72	13.47	0.56	6.65	13.59	1.84
25	4.86	11.08	-	5.70	9.48	-	5.71	10.69	-	6.75	14.12	-
26	5.15	11.23	2.75	5.94	11.58	3.75	5.81	13.05	1.37	6.43	12.86	2.62
27	5.79	11.24	-	5.98	12.81	-	6.32	13.39	-	6.28	14.21	-
28	5.91	12.11	3.13	5.86	13.80	4.84	6.49	14.37	3.54	6.06	11.68	4.50
29	5.99	12.99	-	5.72	12.81	-	6.21	12.69	-	5.62	12.37	-
30	5.75	12.70	2.78	5.84	13.41	2.87	6.38	15.14	2.68	6.17	12.58	2.65
31	4.57	11.86	-			-	6.37	15.06	-	6.06	13.85	-
			2.84			3.64			-			-
			-			-			2.87			3.77
			3.67			1.88			-			-
			-			-			2.47			4.04
			4.09			1.90			-			-
									2.14			4.21



-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.34	-	-	-	2.13	-	-	-	-	0.43	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.23
0.05	-	-	-	2.72	-	-	-	-	1.94	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.41
0.35	-	-	-	2.50	-	-	-	-	2.94	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.98
1.46	-	-	-	4.22	-	-	-	-	4.10	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.92
1.63	-	-	-	5.10	-	-	-	-	3.47	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.89
0.24	-	-	-	3.21	-	-	-	-	2.05	-	-	-
0.79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.01
-	-	-	-	2.35	-	-	-	-	2.65	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.26
-	-	-	-	2.73	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.38
SEPTIEMBRE				OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
DIA	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN	ALLSKY SFC_SW DWN	T2M MAX	T2M MIN
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	0.44	-	-	-	-	-	0.71	-	-	-
-	-	-	0.86	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	0.00	-	-	-	-	-	1.02	-	-	-
-	-	-	-	-	-	1.51	-	-	-	-	-	-
-	-	-	2.18	-	-	1.63	-	-	0.50	-	-	-
-	-	-	-	-	-	1.27	-	-	-	-	-	-
-	-	-	2.58	-	-	2.90	-	-	0.19	-	-	-
1	6.77	15.75	-	7.33	14.31	-	7.44	12.93	0.48	9.15	16.40	3.55
2	5.64	13.40	3.86	7.27	12.06	0.18	8.50	16.99	0.10	8.01	15.35	4.46
3	6.07	10.89	-	6.53	11.51	-	8.57	16.90	0.33	9.08	15.17	-
4	6.36	12.66	3.52	7.57	11.63	2.34	8.75	17.04	0.25	8.37	14.18	2.58
5	6.66	15.15	-	7.54	15.85	-	8.51	16.37	1.14	6.37	11.76	0.70
6	6.88	15.19	1.95	8.58	15.00	0.31	7.96	14.37	-	3.81	11.99	0.96
7	6.76	16.02	1.11	8.24	14.18	1.07	8.12	14.97	1.15	5.04	12.75	-
8	6.11	15.84	2.46	8.24	14.25	-	8.22	15.07	-	4.36	12.41	0.17
9	6.30	15.61	0.30	7.79	16.22	0.16	8.07	15.61	0.59	5.11	10.96	1.81
10	6.20	9.73	-	8.29	16.93	-	8.80	15.80	0.64	7.13	12.95	1.20
11	6.75	14.77	0.09	8.80	17.10	2.25	8.08	16.94	-	2.74	10.16	2.26
12	6.62	17.30	1.87	8.55	16.89	-	8.20	17.83	1.53	4.19	11.19	1.95
13	6.11	12.67	-	8.54	14.98	1.59	8.83	17.86	1.35	4.59	12.95	1.65
14	5.79	14.31	0.80	6.93	9.65	-	8.63	16.75	1.41	5.85	10.87	1.29
15	5.56	10.20	0.37	6.05	14.45	4.05	6.90	15.68	-	5.27	11.41	2.17
16	5.95	13.67	-	6.27	14.60	-	8.79	15.94	1.15	6.36	9.88	1.89
17	7.29	14.02	1.60	6.44	14.97	3.76	9.20	15.93	-	6.94	15.59	2.22
18	7.53	15.92	0.80	6.96	14.54	0.74	8.57	15.99	2.15	7.70	15.14	1.99
19	7.92	15.96	-	7.86	16.22	-	8.52	17.47	-	7.35	12.66	0.71
20	7.39	16.45	1.34	8.60	17.16	1.60	8.70	17.46	1.90	6.55	11.89	3.73
21	7.33	16.84	-	7.79	17.32	1.64	7.65	18.34	-	5.84	13.20	2.64
22	7.32	14.29	1.56	7.07	17.32	0.55	5.02	8.29	1.14	7.78	13.26	2.78
23	7.19	14.18	-	8.08	16.49	1.34	7.38	13.32	2.33	8.02	14.35	2.77
24	5.30	13.35	0.19	8.17	15.84	0.27	7.48	13.07	3.07	9.28	17.41	2.04
25	7.10	15.77	-	7.96	15.93	-	8.57	13.05	1.38	3.44	15.16	3.45
26	6.37	13.37	1.22	8.33	15.40	0.32	8.35	14.41	0.58	8.69	13.96	0.72
27	6.89	14.26	1.54	7.02	15.58	1.65	8.07	13.68	-	6.82	14.77	1.49
28	8.11	16.87	2.34	7.88	16.46	0.81	7.59	14.56	1.66	6.74	12.89	1.28
29	6.74	13.67	-	8.07	16.90	3.39	7.82	15.71	-	5.97	13.03	1.97
30	7.75	13.87	1.11	8.62	18.04	1.41	8.40	16.51	3.90	5.04	10.69	1.93
31	-	-	-	8.06	14.73	2.04	-	-	-	5.83	12.02	1.95
-	-	-	0.65	-	-	2.26	-	-	1.94	-	-	2.33
-	-	-	0.28	-	-	0.97	-	-	-	-	-	1.87
-	-	-	0.18	-	-	1.43	-	-	2.51	-	-	-
-	-	-	-	-	-	2.40	-	-	-	-	-	-
-	-	-	3.78	-	-	1.23	-	-	2.31	-	-	-
-	-	-	2.01	-	-	2.11	-	-	2.38	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.80	-	-	-
-	-	-	0.76	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Nota. ALLSKY_SFC_SW_DWN: Irradiación Horizontal Global(kWh/m2/día),
T2M_MAX: Temperatura Máxima a 2 metros de suelo (°C), T2M_MIN:
Temperatura Mínima a 2 metros del suelo(°C). Los datos fueron obtenidos de:
<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 29-01-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: AMMERLY YLASACA MACHACA
 Dirección: JR.FELIPE PARDO ALIAGA 626 URB.PUEBLO LIBRE C2
 DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70340677
 Teléfono: 989201287 email: AMERLY.YM@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: Mgrt.SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO PARA LA ILUMINACIÓN DE LA PLAZA PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO SICTA DEL DISTRITO DE VILQUECHICO, HUANCANE - PUNO - 2022

Palabras claves, (3 a 5 términos): DISEÑO, SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO, ILUMINACION

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

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

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



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA ELÉCTRICA - P18

Firma de Autor



huella digital

29 de enero 2025

Fecha