



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA



TESIS

**EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN SISTEMA
FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 3.24 KW CON INVERSOR
STRING BAJO NORMA TÉCNICA BRASILEÑA ABNT-NBR-16274 A 3824
MSNM**

PRESENTADA POR:

JUNIOR TORRES YUCRA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA
CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE
SISTEMAS ELÉCTRICOS**

PUNO, PERÚ

2023

NOMBRE DEL TRABAJO

**EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE
UN SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTA
DO A LA RED DE 3.24 KW CON INVERSO
R S**

AUTOR

JUNIOR TORRES YUCRA

RECuento DE PALABRAS

15161 Words

RECuento DE CARACTERES

77744 Characters

RECuento DE PÁGINAS

108 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

7.2MB

FECHA DE ENTREGA

Nov 29, 2023 9:42 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Nov 29, 2023 9:44 AM GMT-5

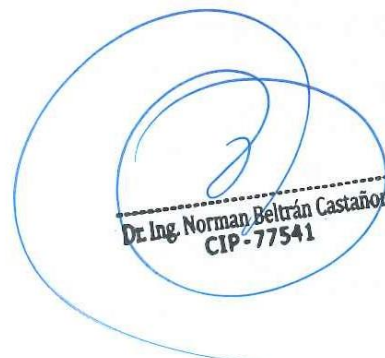
● **16% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 14% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 9% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



Resumen



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA

TESIS
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN SISTEMA
FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 3.24 KW CON INVERSOR
STRING BAJO NORMA TÉCNICA BRASILEÑA ABNT-NBR-16274 A 3824
MSNM




PRESENTADA POR:
JUNIOR TORRES YUCRA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA
CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE
SISTEMAS ELÉCTRICOS

APROBADA POR EL JURADO SIGUIENTE:

PRESIDENTE


.....
D.Sc. LEONIDAS VILCA CALLATA

PRIMER MIEMBRO


.....
M.Sc. ARMANDO TITO CRUZ CABRERA

SEGUNDO MIEMBRO


.....
Mtro. WALTER OSWALDO PAREDES PAREJA

ASESOR DE TESIS


.....
Dr. NORMAN JESUS BELTRÁN CASTAÑÓN

Puno, 26 de setiembre de 2023

ÁREA: Ciencias de la Ingeniería Mecánica Eléctrica.

TEMA: Evaluación y caracterización de un sistema fotovoltaico conectado a la red de 3.24 KW con inersor String bajo norma técnica brasileña abnt-nbr-16274 a 3824 msnm.

LÍNEA: Sistemas eléctricos de distribución.



DEDICATORIA

A todos mis seres queridos que siempre me apoyaron en alcanzar mis objetivos trazados, en especial a mis padres Bernardino B. Torres Quispe (+) Bertha Yucra Pari, a mis amigos y compañeros que me apoyaron incondicionalmente para poder realizar el presente trabajo de investigación.



AGRADECIMIENTOS

- A la Escuela Profesional de Ingeniería en Energías Renovables de la Universidad Nacional de Juliaca por permitirme desenvolverme en la rama de la investigación y conocer grandes investigadores de la energía solar quienes me motivaron a seguir creciendo profesionalmente **M.R.**



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Marco teórico	3
1.1.1 Energía solar	3
1.1.2 Horas Solar Pico (H.S.P)	4
1.1.3 Energía Solar Fotovoltaica	6
1.1.4 Clasificación de los Módulos Fotovoltaicos	7
1.1.5 Parámetros de un panel solar	8
1.1.6 Configuración de un sistema fotovoltaico	9
1.1.7 La energía solar en el Perú – Puno – Juliaca	13
1.1.8 Operación de módulos fotovoltaicos con sombreado parcial, total, nulo	13
1.1.9 Subasta de electricidad con recursos energéticos renovables	14
1.1.10 Subasta de electricidad con recursos energéticos renovables	14
1.2 Antecedentes	14

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Identificación del problema	18
2.2 Enunciados del problema	18
2.2.1 Enunciado general	18
2.2.2 Enunciados específicos	19
2.3 Justificación	19



2.3.1 Justificación social	19
2.3.2 Justificación económica	19
2.4 Objetivos	19
2.4.1 Objetivo general	19
2.4.2 Objetivos específicos	20
2.5 Hipótesis	20
2.5.1 Hipótesis general	20
2.5.2 Hipótesis específicas	20

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio	21
3.2 Población	22
3.3 Muestra	23
3.4 Método de investigación	23
3.5 Descripción detallada de métodos por objetivos específicos	23
3.5.1 Caracterización de la curva I-V en la salida en DC del generador FV a la salida y entrada al inversor, según la Norma Técnica Brasileña ABNT-NBR-16274	24
3.5.2 Medición de la curva I-V: Potencia del conjunto F.V.	25
3.5.3 Medición de la curva I-V: Identificación de efectos en módulos/ conjuntos fotovoltaicos o problemas de sombreado	26
3.5.4 Evaluación del desempeño del SFCR	29
3.5.5 Medición de la potencia nominal del sistema fotovoltaico	29
3.5.6 Resolución de problemas (opcional)	30
3.5.7 Resolución de problemas (opcional)	30
3.5.8 Análisis de las causas de los problemas	31
3.5.9 Primera lectura de medidores de energía	31
3.5.10 Medida de irradiancia, temperatura de celda y potencia a la entrada a la salida del inversor	31
3.5.11 Proyección de rendimiento global (PR) anual	31



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización de la curva I-V en la salida en DC del generador FV a la salida y entrada al inversor, según la NORMA TÉCNICA BRASILEÑA ABNT-NBR-16274	33
4.1.1 Información básica del SFCR	33
4.1.2 Información del proyectista - instalador del SFCR	35
4.1.3 Esquema de conexiones	37
4.1.4 Estructuras de soporte del generador fotovoltaico	37
4.1.5 Operación y mantenimiento durante la puesta en marcha de la planta	38
4.1.6 Curva I-V	44
4.2 Determinar la potencia nominal del sistema fotovoltaico conectado a la red según la norma técnica brasileña ABNT-NBR-16274	45
4.3 Proyección del desempeño global en la salida en AC del inversor string con MPPT, según la norma técnica brasileña ABNT-NBR-16274	47
CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES	53
BIBLIOGRAFÍA	54
ANEXOS	60



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
1. Especificaciones técnicas del módulo fotovoltaico TALESUN MODELO TP660P-270.	33
2. Especificaciones técnicas del inversor SMA 3.0	34
3. Información básica del equipamiento del SFCR.	35
4. Los responsables del proyecto.	36
5. Datos obtenidos del trazador de curva.	46
6. Resumen de parámetros de proceso para la obtención del performance ratio por cada mes de evaluación.	48

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Energía solar	4
2. Horas solar Pico	5
3. Mapa de radiación global mundial	5
4. Ejemplo de energía solar fotovoltaica	6
5. Tipos de sistema fotovoltaico	7
6. Clasificación de los Módulos Fotovoltaicos	8
7. Características Eléctricas de Paneles Solares	8
8. Curva I-V de un módulo solar.	9
9. Análisis de las configuraciones de los sistemas híbridos fotovoltaicos	10
10. Diagrama de un sistema fotovoltaico aislado	11
11. Diagrama de un Sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica	11
12. Representación de un sistema fotovoltaico conectado a red.	12
13. Hora Solar Pico (HSP) promedio en Juliaca de Julio a Setiembre del 2017	13
14. Lugar de estudio	21
15. Mapa satelital de Ayabacas – San Román	22
16. Diagrama de flujo de los pasos y procedimientos del proyecto de investigación	24
17. Trazador de curva GOSSEN METRAWATT PV 1500	27
18. Accesorios periféricos del trazador de curvas a utilizar	28
19. Vista parcial de los paneles instalados.	34
20. Diagrama de conexiones eléctricas del SFCR.	37
21. Vistas de estructuras metálicas.	38
22. Diagrama de la instrumentación de adquisición de datos de monitoreo.	39
23. Representación de la irradiancia media mensual del SFCR.	40
24. Representación de la temperatura del módulo media mensual del SFCR.	41
25. Promedio medio mensual de corriente generado por el SFCR.	42
26. Energía de salida acumulada del SFCR.	43
27. La curva I-V medida del SFCR.	44
28. Curva I-V medida con corrección STC.	45
29. Potencia nominal corregida a 25°C según la norma técnica brasileña ABNT-NBR-16274.	46



30. Energía acumulada del periodo de evaluación del S.F.C.R.	49
31. Rendimiento final y perdidas del S.F.C.R.	49
32. Valores obtenidos de cada mes del Performance ratio.	50



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
1. Interpretación de las formas de las curvas I-V	61
2. Obtención de la potencia nominal de un arreglo fotovoltaico a través de la curva $P_{c.c.} (25^{\circ}C) \times G_c P_{c.c.} (\text{medido}) P_{oc} (25 C) = 1 + y (T_c - 25)$	64
3. Cálculo de la energía inyectada.	66
4. Ficha técnica del módulo TP660P270W	67
5. Ficha técnica del inversor sunny bot 3.0.	69
6. Diagrama multifilar del sistema fotovoltaico de 3.24kw.	70
7. Detalle de la estructura del sistema fotovoltaico de 3.24KW.	71
8. Tabla de datos de evaluación del PR de cada mes.	72
9. Reporte del trazador de curvas I-V.	85
10. Reporte de la cámara térmica FLIR, de las instalaciones y conexiones del SFCR 3.24KW.	86
11. Ejecución del ensayo con el trazador de curvas I-V.	93
12. Verificación de parámetros medidos del sistema de monitoreo.	94

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación es evaluar y caracterizar un sistema fotovoltaico conectado a la red de 3.24KW con inversor string bajo la norma técnica brasileña ABNT-NBR-16274 a más de 3824 m.s.n.m. Donde la caracterización de la curva I-V se obtuvo con el ensayo del trazador de curva sin deformaciones que señala un comportamiento usual afable del conjunto de módulos fotovoltaicos del SFCR de 3.24KW, obteniendo una potencia máxima o nominal de 2910 W una corriente de 9.14A, un voltaje de 318.6V con una irradiancia de 1074W/m², la temperatura de módulo de 49.1°C. En la obtención de la potencia nominal del SFCR se obtuvo por dos métodos el primero fue por el ensayo con el trazador de curvas, donde se obtuvo una potencia nominal de 3042.3 W máxima , corriente maxima de 8.50 A, voltaje maximo de 357.7 V, corriente de corto circuito de 9.14 A, voltaje de circuito abierto 442.51 V. por lo que este valor es optimo considerando las perdidas de captura que existen a falta del mantenimiento del conjunto de módulos fotovoltaicos (limpieza), el segundo método para la obtencion de la potencia nominal del conjunto se obtuvo por la ecuacion matematica que indica la NORMA TÉCNICA BRASILEÑA ABNT-NBR-16274. En la que se determinó que la potencia nominal es de 3064 W. El performance ratio evaluado con los datos obtenidos del SFCR desde el mes de setiembre del 2021 hasta setiembre del 2022 en donde se obtuvo un valor de 79.71%

Palabras claves: Calidad de generación de energía, conectados a la red, eficiencia de un S.F.C.R., inyección a la red, sistemas fotovoltaicos y supervisión de S.F.C.R.

ABSTRACT

The purpose of this research work is to evaluate and characterize a 3.24KW grid-connected photovoltaic system with string inverter under the Brazilian technical standard ABNT-NBR-16274 at over 3824 m.a.s.l. The characterization of the I-V curve was obtained with the curve tracer test without deformations that show a usual affable behavior of the 3.24KW SFCR photovoltaic module set, obtaining a maximum or nominal power of 2910 W, a current of 9.14A, a voltage of 318.6V with an irradiance of 1074W/m², module temperature of 49.1°C. In obtaining the nominal power of the SFCR was obtained by two methods, the first was by the test with the curve tracer, where a nominal power of 3042.3 W maximum, maximum current of 8.50 A, maximum voltage of 357.7 V, short circuit current of 9.14 A, open circuit voltage 442.51 V was obtained. Therefore, this value is optimal considering the capture losses that exist due to the lack of maintenance of the set of photovoltaic modules (cleaning), the second method for obtaining the nominal power of the set was obtained by the mathematical equation that indicates the BRAZILIAN TECHNICAL STANDARD ABNT-NBR-16274. It was determined that the nominal power is 3064 W. The performance ratio was evaluated with the data obtained from the SFCR from September 2021 to September 2022, where a value of 79.71% was obtained.

Keywords: Grid injection, grid-connected, photovoltaic systems, power generation quality, S.F.C.R. supervision and the efficiency of an S.F.C.R.



Dr. Rerizo F. Valdivia Terrazas
Docente Principal UNA-PUNO

INTRODUCCIÓN

El Perú está en una fase donde los sistemas fotovoltaicos conectados a la red están iniciando una etapa de importancia a la necesidad de generar energía eléctrica a partir de las energías renovables por su condición amigable con el medio ambiente y no depender de los combustibles fósiles en donde estos generan los gases del efecto invernadero (CO₂) en esta perspectiva la generación del dióxido de carbono está en crecimiento puesto quienes generan más son las actividades de la humanidad la cual a su gran y constante crecimiento han generado un irreversible daño provocando el efecto invernadero y como consecuencia el calentamiento global y el cambio climático. Es así, que en el mundo como también en el Perú ha generado grandes cambios climatológicos en estos últimos años, perjudicando el desarrollo de las actividades agropecuarias y demás actividades que aportan a la economía del Perú.

Consecuentemente los estudios como la ejecución de proyectos relacionados a las energías renovables en su mayoría a la energía solar, se encuentran como alternativa para mitigar los problemas del calentamiento global como también solucionar los efectos que vienen generado este cambio climatológico a nivel mundial. Los proyectos ejecutados de centrales solares, centrales eólicas, centrales hidráulicas, etcétera, requieren un gran costo de inversión para su ejecución y una diversidad de decisiones políticas para su aprobación en tal sentido una de las opciones es de descentralizar estas instalaciones donde sean más viables y económicas. Esta opción son los sistemas fotovoltaicos conectados a la red los cuales sus equipos necesarios a la actualidad son de fácil acceso como también su instalación prestan varias virtudes como que se pueden instalar en cualquier techo de viviendas sin tener que modificar estructuralmente una vivienda. Los sistemas fotovoltaicos conectados a la red fomentarán un moderno modelo energético en el Perú.

Por los antecedentes mencionados la universidad nacional de Juliaca en la Escuela Profesional de Ingeniería en Energías Renovables se viene trabajando proyectos de investigación con fondos obtenidos de FONDECYT, en donde uno de los sistemas instalados es el sistema fotovoltaico conectado a la red de 3.24KW con inversor string viene funcionando, desempeñándose y monitoreando desde el año 2021. El sistema cuenta con sistema de monitoreo los cuales almacena los datos obtenidos en una central de datos en la nube.



Se tiene experiencias de SFCR en la Región Puno y el Perú, tal como los sistemas fotovoltaicos conectados a red instalados en el Instituto de Energías Renovables y Eficiencia Energética de la UNAJ, ante la falta de normativa para su inspección y/o supervisión que garanticen un desempeño óptimo corrigiendo algunos aspectos técnicos en los sistemas fotovoltaicos que pueda dar origen la supervisión y/o inspección sea el caso si el sistema fotovoltaico se encuentra antes de operar o en operación para poder realizar las pruebas que requiere. Por ello, se evaluará y caracterizará en base a la NORMA TÉCNICA BRASILEÑA ABNT-NBR-16274 para la ejecución del presente proyecto de investigación.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Marco teórico

1.1.1 Energía solar

Es la energía producida por el proceso de fusión nuclear del sol, que durante este proceso envía energía en forma de fotones a través del espacio. Se cree que sin la energía solar no habría vida en la tierra, gracias al sol, diferentes formas de energía como los combustibles fósiles, el viento, el agua, todo se crea indirectamente a partir de la energía solar (Orbegozo y Arivilca, 2010).

La energía solar es la que llega a la Tierra en forma de radiación electromagnética procedente del Sol, en donde es generada por un proceso de fusión nuclear. En el Sol se producen constantemente reacciones nucleares de fusión: los átomos de hidrógeno se fusionan dando lugar a un átomo de helio, liberando una gran cantidad de energía. La pequeña parte que llega a la Tierra, es además parcialmente reflejada hacia el espacio exterior por la presencia de la atmósfera terrestre (Foro Nuclear, 2023).

La energía solar se aprovecha de maneras diferentes una de estas es mediante el proceso solar térmico este se aprovecha por medio de colectores solares los cuales transforman la energía solar en calor que es capturado por los temas solares (Seguí, 2023).

En el interior del Sol se dan presiones muy elevadas y temperaturas que superan los millones de grados. Estos fenómenos dan origen a procesos de fusión nuclear, donde los átomos de hidrógeno se fusionan originando un átomo de helio. La fusión libera una gran cantidad de energía al espacio y parte de ella llega hasta nuestro planeta. Gracias a las placas solares (paneles fotovoltaicos) y a los colectores (placas

térmicas) podemos transformar esa radiación en electricidad y calor (Endesa Energía, 2023).

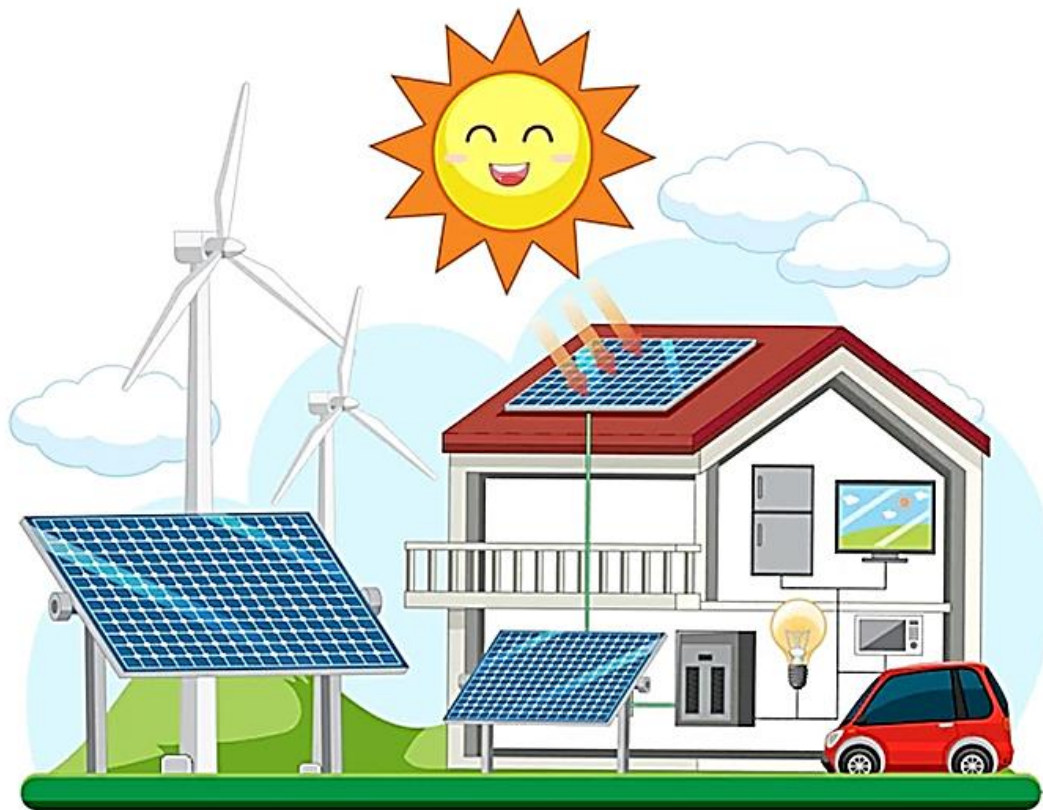


Figura 1. Energía solar

La otra forma de transformación de la energía solar es transformándola en energía eléctrica continua este se denomina energía solar fotovoltaica el cual se obtiene mediante módulos fotovoltaicos (BUN-CA, 2002).

Las energías renovables se caracterizan por ser amigables con el medio ambiente a comparación de las energías convencionales, ya que estas últimas generan energía eléctrica utilizando combustibles fósiles (carbón, gas, petróleo). Según un estudio sobre los “Impactos Ambientales de la Producción de Electricidad”, el impacto ambiental ocasionado por las energías convencionales es 31 veces superior al de las energías renovables (Ciencia Plus, 2002).

1.1.2 Horas Solar Pico (H.S.P)

Las horas solar pico se definen como la cantidad de horas al día con una irradiación de 1000 w/m² a una temperatura de 25°C y con una masa de aire (AM) de 1.5.

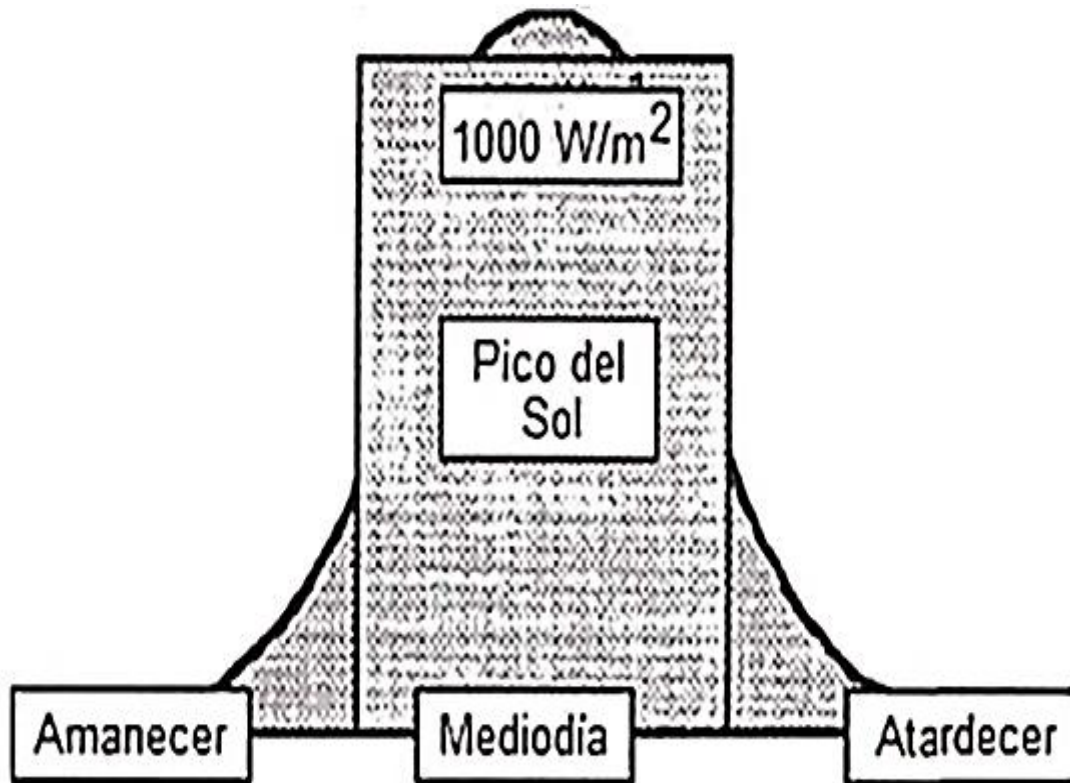


Figura 2. Horas solar Pico
Fuente: (Torres, 2015)

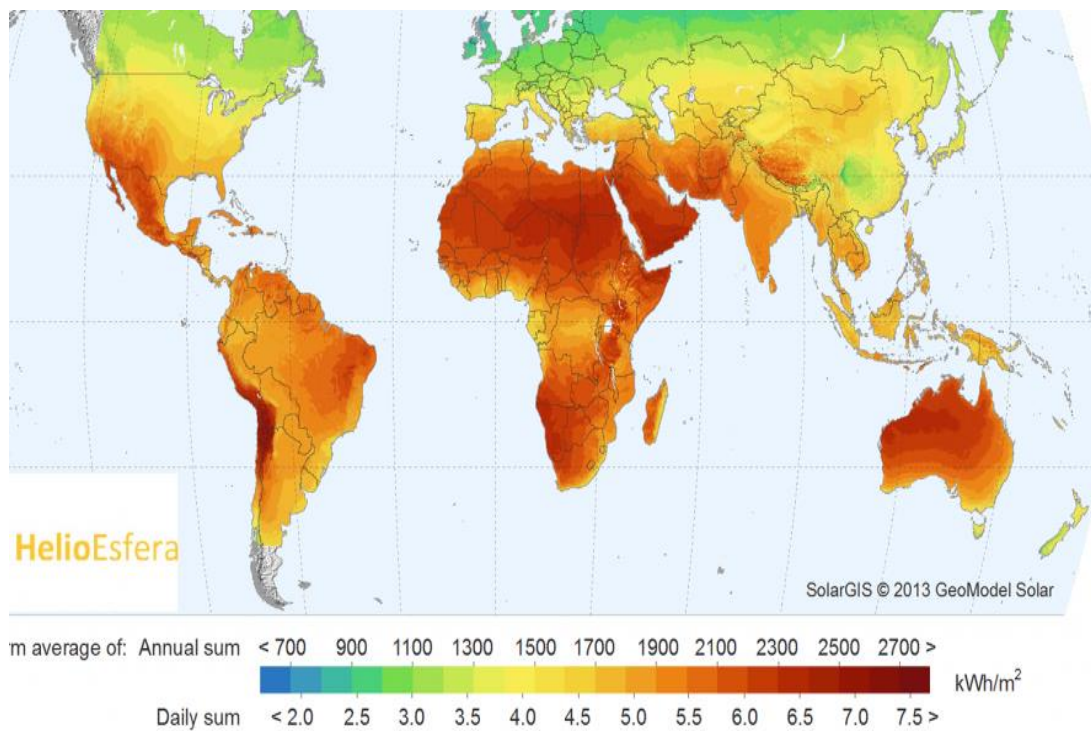


Figura 3. Mapa de radiación global mundial

1.1.3 Energía Solar Fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica se obtiene al convertir la energía solar directamente en energía eléctrica, este proceso se da gracias a la función que realiza la celda solar, su proceso se basa en recibir y absorber fotones emitidos por el sol generando una corriente eléctrica provocada por la liberación de electrones causados por el contacto de fotones con algún material semiconductor. En la mayoría de los casos, un módulo solar consta de 36 células está dependiendo de la potencia del módulo (BUN-CA, 2002).

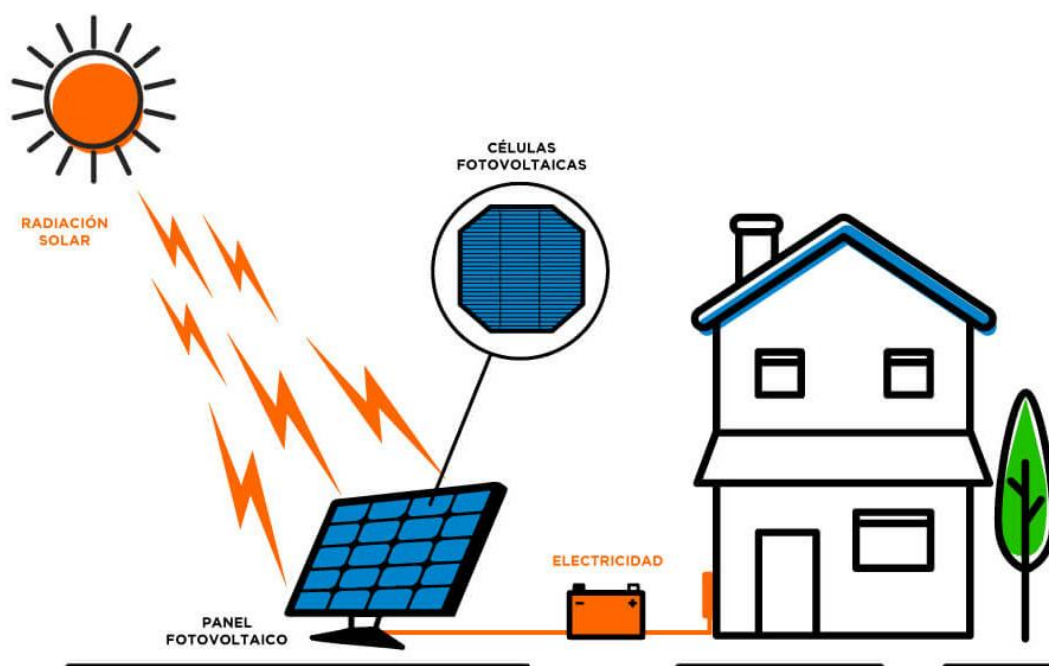


Figura 4. Ejemplo de energía solar fotovoltaica

1.1.3.1 Sistemas fotovoltaicos

Es un conjunto de componentes que permiten la generación, transformación, y almacenamiento de la energía eléctrica proveniente de la fusión de átomos de hidrógeno en helio que se produce en el Sol, y que se transmite en forma de radiación electromagnética (Aranda *et al.*, 2013; MIDUVI, 2020).

En sus inicios los sistemas fotovoltaicos (SFV) estaban orientados al abastecimiento de energía eléctrica en zonas rurales de difícil acceso para la red convencional y con bajos consumos. Los SFV evolucionaron de tal forma

que en la actualidad se utilizan como generadores que aportan energía a la red eléctrica (Colmenar *et al.*, 2015).

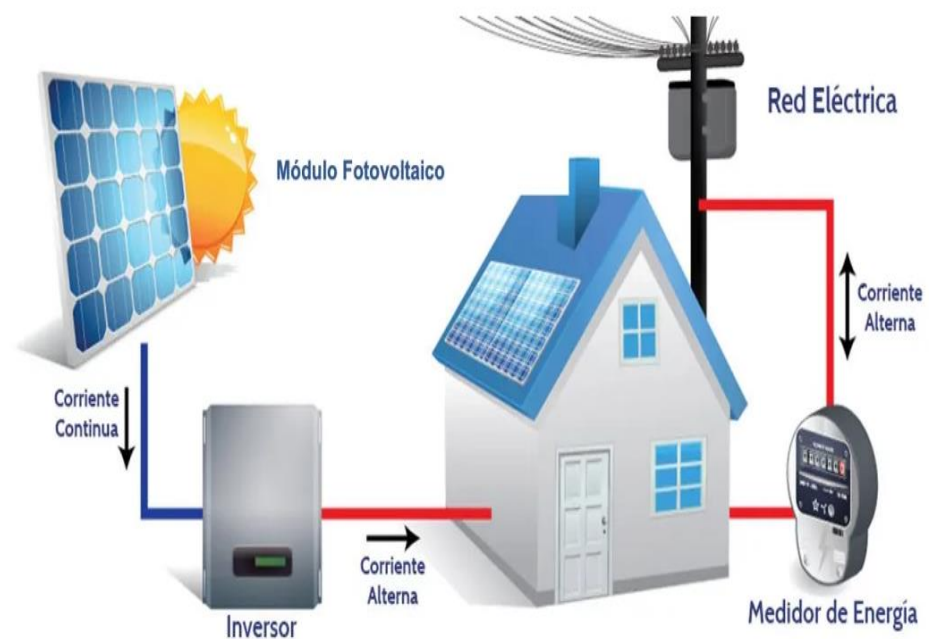


Figura 5. Tipos de sistema fotovoltaico

1.1.4 Clasificación de los Módulos Fotovoltaicos

Según Grupo TRITEC (2017) hasta la actualidad se han creado diversas tecnologías de módulos solares fotovoltaicos, pero los más utilizados en los diversos proyectos de generación de energías eléctrica mediante los sistemas fotovoltaicos nos encontramos con 3 tipos de paneles solares fotovoltaicos los cuales están clasificados según el tipo de material con el cual han sido fabricados los cuales son:

- Módulo fotovoltaico de silicio amorfo.
- Módulo fotovoltaico de silicio monocristalino.
- Módulo fotovoltaico de silicio policristalino.

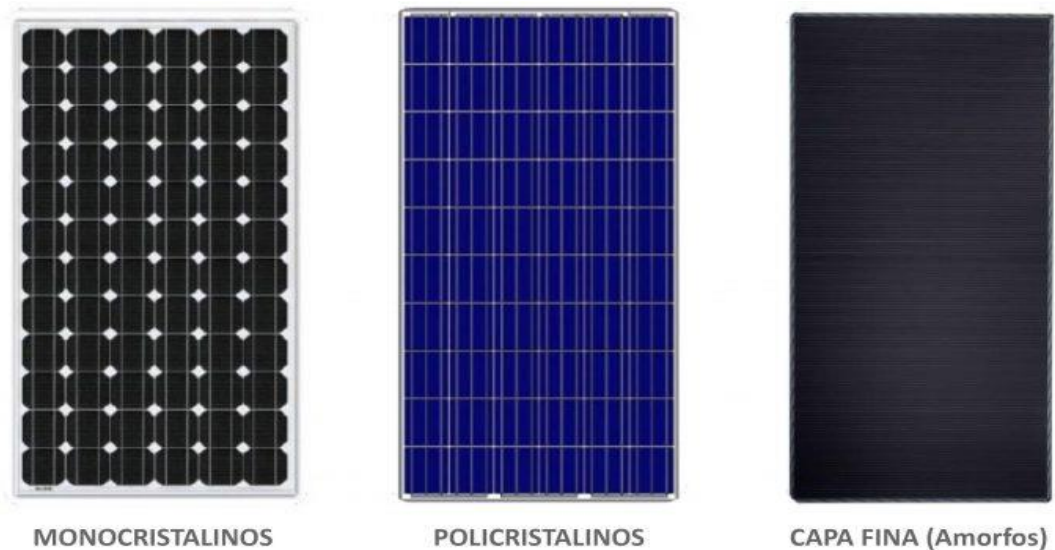


Figura 6. Clasificación de los Módulos Fotovoltaicos

1.1.5 Parámetros de un panel solar

De acuerdo con Tecnosol (2019) los parámetros técnicos de un panel solar se establecen en una ficha técnica y de forma resumida se encuentra al lado contrario del lado de operación del panel solar en donde, la intensidad de corriente y la tensión, estos son parámetros que se encuentran bajo condiciones estándares denominados por sus siglas en inglés STC (Standard Testing Condition), estos parámetros son:

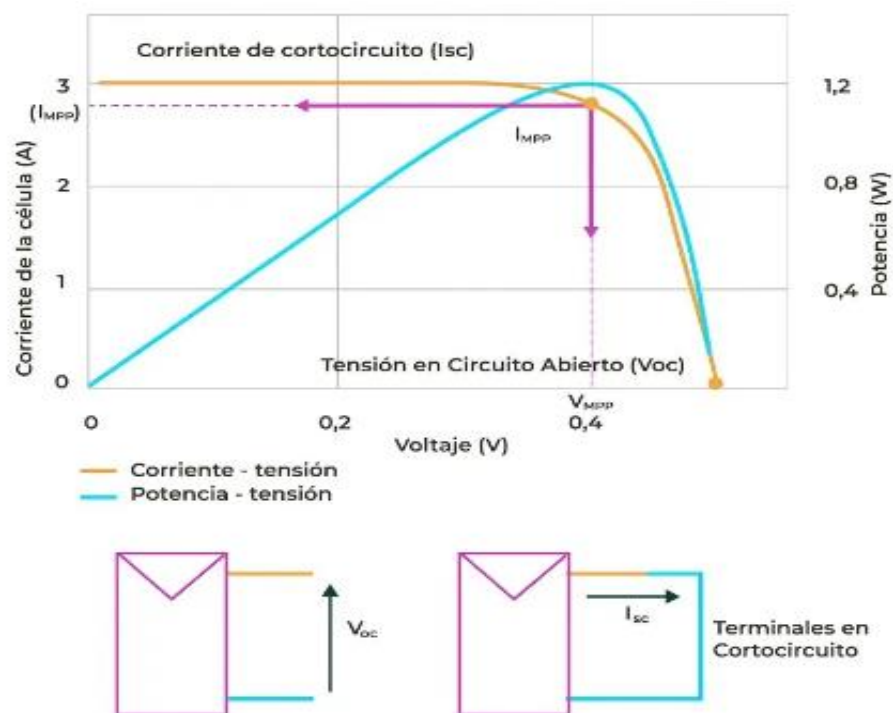


Figura 7. Características Eléctricas de Paneles Solares

- Irradiación: 1000 W/m²
- Temperatura del módulo: 25°C
- Masa de Aire (AM): 1.5

En las fichas técnicas (catálogos) que brinda los proveedores además de los parámetros mencionados nos brinda las curvas características de los paneles solares como se muestra en la figura 2

- Curva de Intensidad de Corriente (A) vs Tensión (V)
- Curva de Potencia (W) vs Tensión (V)

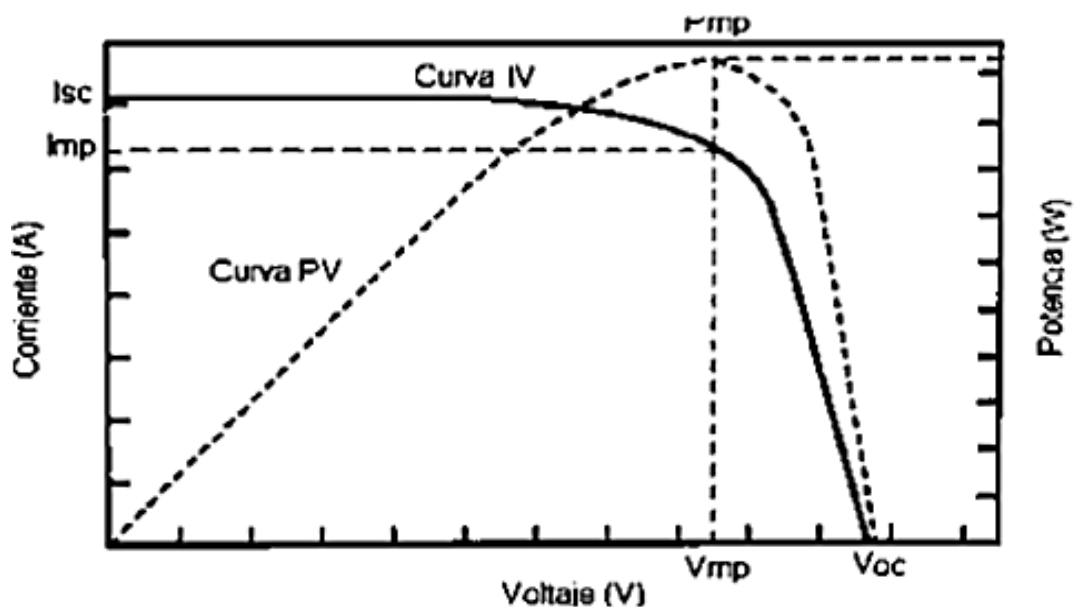


Figura 8. Curva I-V de un módulo solar.

Fuente: (Torres, 2015).

1.1.6 Configuración de un sistema fotovoltaico

Los sistemas fotovoltaicos se caracterizan por tener una agrupación de equipos que se desempeñan en gestionar la transformación de la energía solar en energía eléctrica, sus Un sistema fotovoltaico se compone de un conjunto de equipos que permiten la transformación de la energía del sol en energía eléctrica, sus componentes son: el módulo fotovoltaico, el inversor, el regulador de carga, , el banco de baterías, el sistema de cableado, el sistema de control, la aplicación de estos equipos determinara la clasificación del sistema fotovoltaico si es de off grid o de on grid (Autosolar, 2023).

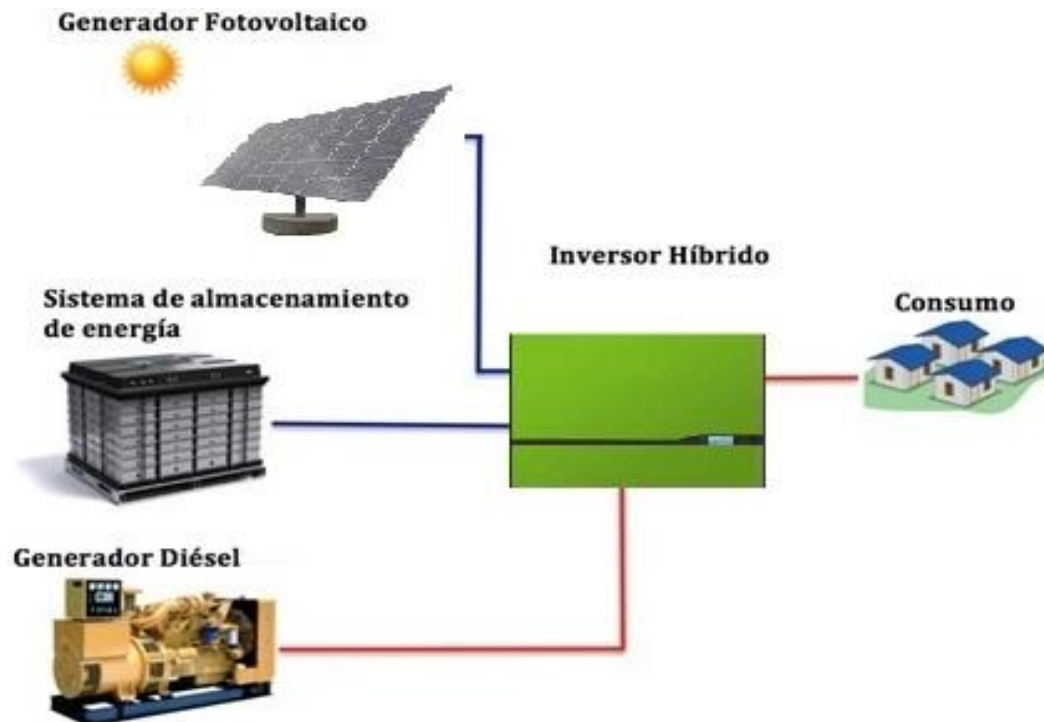


Figura 9. Análisis de las configuraciones de los sistemas híbridos fotovoltaicos

Un sistema fotovoltaico puede producir la cantidad de energía que necesita un determinado usuario, sin embargo, esta tiene dependencia de irradiación del lugar a instalarse el sistema fotovoltaico, la capacidad del desempeño del sistema fotovoltaico y del almacenamiento del banco de baterías que se instale (Torres, 2015). Dependiendo de la existencia de redes convencionales y de la magnitud de la energía requerida, los sistemas fotovoltaicos se pueden clasificar en:

1.1.6.1 Sistema fotovoltaico aislado

Los sistemas aislados (off grid) son una alternativa de fuente renovable para la generación de energía eléctrica en lugares de difícil acceso y que estas no cuenten con la energía convencional que son transportadas a base de redes eléctricas estas por su lejanía y difícil acceso esta por sus condiciones geográficas un sistema aislado se basa a los siguientes equipos: módulo fotovoltaico, grupo de acumuladores (baterías) y un regulador de carga (Bester Energy, 2013).

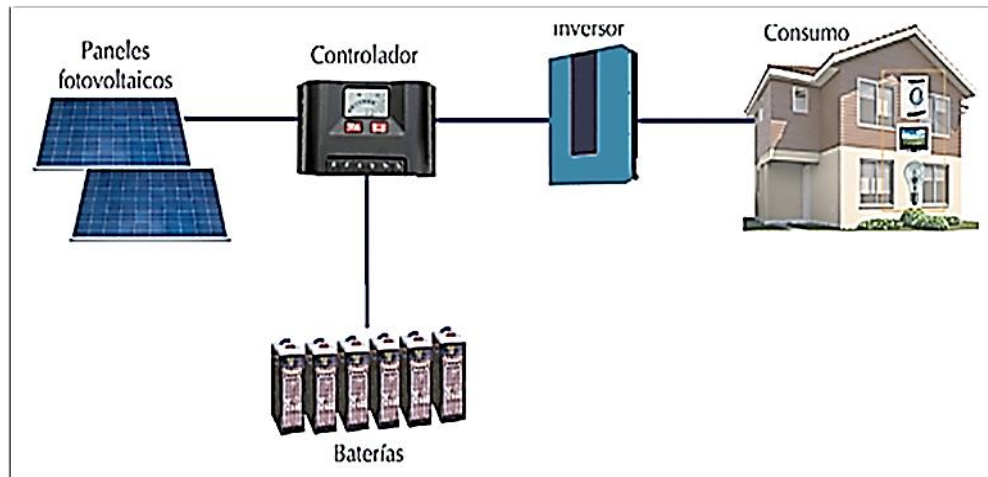


Figura 10. Diagrama de un sistema fotovoltaico aislado
Fuente: (Beste Energy, 2013).

1.1.6.2 Sistema fotovoltaico conectado a la red

Otra opción, practicada en países regulados, es la conexión de sistemas fotovoltaicos conectados a la red, que pueden instalarse, sobre los techos de las casas o edificios, espacios abiertos libres de edificaciones para aprovechar la energía solar y generar energía eléctrica de tal manera se pueda reducir en el ingreso de la energía eléctrica de la concesionaria y la cantidad de energía excedente del consumo venderla a la concesionaria esta mediante la misma red convencional. La figura 4 es un diagrama esquemático de un sistema fotovoltaico conectado a la red, que consta de dos partes principales: un conjunto de módulos fotovoltaicos y un inversor de conexión a la red (Orosco, 2013).

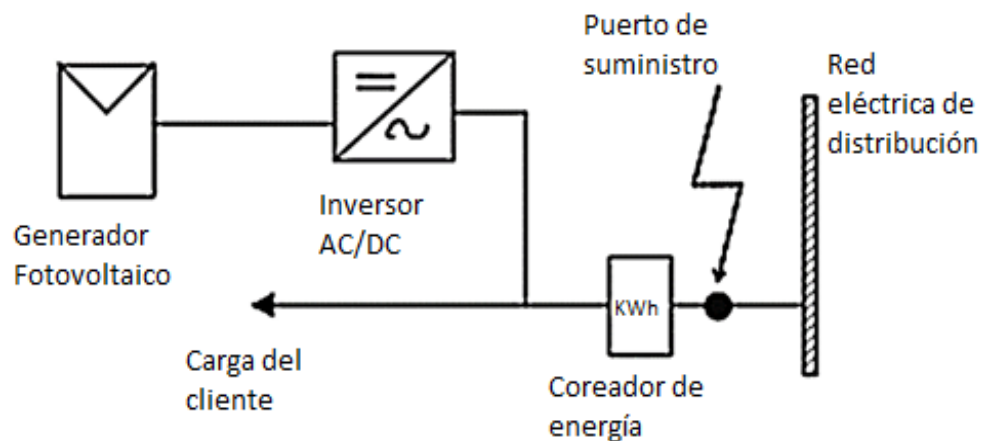


Figura 11. Diagrama de un Sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica
Fuente: (Orosco, 2013).

En los sistemas fotovoltaicos conectados a la red encontramos: sistemas fotovoltaicos en edificios. Los edificios fotovoltaicos conectados a la red (EFCR) tienen la función de inyectar la electricidad generada en sistemas fotovoltaicos conectados a la red. Cornejo (2013) menciona que estos pueden abastecer la energía que se consume en el edificio para abaratar el costo por energía consumida de la red eléctrica. Estos sistemas son de pequeña o mediano tamaño, es así que suponen una producción en el orden de KW.



Figura 12. Representación de un sistema fotovoltaico conectado a red.
Fuente: (Caamaño, 1998)

Las plantas solares fotovoltaicas: son grandes grupos de sistemas fotovoltaicos individuales que se conectan a la red con el fin de vender la energía producida al sistema de interconexión nacional, este tipo de plantas ayudan a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (CO₂) ya que, al integrarse en plantas de energías renovables, evita la construcción de centrales eléctricas de carbón más tradicionales. Estos sistemas son de potencias grandes por lo que producen a niveles de MW y GW (Uscovilca, 2016).

1.1.7 La energía solar en el Perú – Puno – Juliaca

La energía solar es una de las fuentes más explotadas de las energías renovables en el Perú, siendo esta una medida para mitigar las emisiones de los gases de efecto invernadero. El recurso solar en el Perú es uno de los más virtuosos según el atlas y los datos que muestra la NASA. En Juliaca Puno se tiene un alto índice de radiación solar con un valor de mínimo de 5.5. KW/día y valor máximo de 6.72Kwh/m². día (Torres y Condori, 2019).

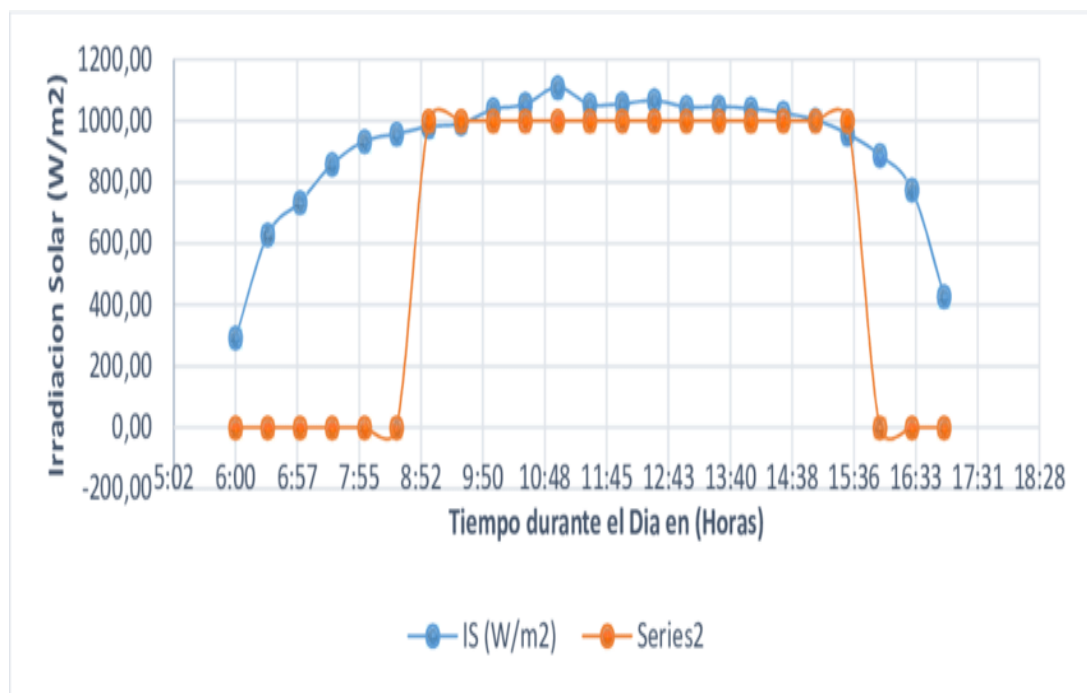


Figura 13. Hora Solar Pico (HSP) promedio en Juliaca de Julio a Setiembre del 2017

1.1.8 Operación de módulos fotovoltaicos con sombreado parcial, total, nulo

El generador FV cuando se encuentra parcialmente o en su totalidad del generador fotovoltaico este restringe el conjunto o todo desproporcionalmente y cuando apenas algunos módulos son sombreados pueden causar un efecto semejante a lámparas conectadas en serie (cuando una lámpara se apaga todas las demás lámparas también se apagan) esto limita la corriente de salida y la potencia de todo el generador FV (Teles, 2017).

1.1.9 Subasta de electricidad con recursos energéticos renovables

- Decreto Legislativo N° 1002 (02/05/2008), Ley de promoción de la inversión para la generación de electricidad con energías renovables
- Decreto Supremo N° 012-2011-EM (23/03/2011), Reglamento de la generación de electricidad con energías renovables.

1.1.10 Subasta de electricidad con recursos energéticos renovables

- Osinergmin conduce las Subastas que son convocadas cada dos (2) años.
- Se subasta la energía requerida y un adicional hidroeléctrico (< 20 MW).
- Según la política energética, el MINEM fija porcentaje cada 5 años.
- En los primeros cinco años ha sido de 5% de la producción eléctrica nacional.
- Los Contratos RER que resultan de las subastas tienen vigencia de 20 años.
- El adjudicatario se obliga a diseñar, financiar, suministrar los bienes y servicios requeridos para construir, operar y mantener la planta.

Se remunera (Ingreso Garantizado) considerando lo siguiente:

- Por la venta de energía a costo marginal y potencia firme.
- Con una Prima (Ingreso 2), en caso no cubre el Ingreso Garantizado (Echeandía, 2014).

1.2 Antecedentes

Se considero diferentes estudios acerca del tema de investigación, derivadas de diferentes base de datos científicas y repositorios institucionales, que debido a la naturaleza del estudio se mencionan en un solo grupo con citas múltiples las cuales expongo a continuación:

En los dispositivos de los equipos que esta requiere y por su masificación mundialmente en diferentes condiciones ambientales se ha generado la necesidad de supervisar/inspección, de los sistemas fotovoltaicos como lo plasma (Teles, 2017) estas

en su principal objetivo es la de caracterizar las curva y tener en consideración la determinación de la potencia nominal del sistema fotovoltaico (Angulo, 2022).

Como también se tienen en consideración las pérdidas que existen en los sistemas (Huanca, 2022) con lo que llevo a evaluar rendimiento, eficiencia , evaluación económica en que se muestra respectivamente en los siguientes antecedentes:(Angulo, 2022; Asmat, 2018; Barcellar, 2011; BUN-CA, 2002; Dos Santos *et al.*, 2020; Kamalvand, 2019; Lagos, 2015; Neyra y Bazán, 2020; Ramos, 2019; Resendiz, 2018; Torres, 2015; Torres y Condori, 2019).

Estas tecnologías se han insertado teniendo la confiabilidad en la instalación de centros de salud como lo menciona (Cornejo, 2013; Orbeagozo & Arivilca, 2010; Proyecto EnDev/GIZ, 2013).

Por lo que se establecería un procedimiento para una evaluación completa que mencionan (Barcellar, 2011; Brasileira, 2014; Castro, 2018; Dos Santos *et al.*, 2020; Kamalvand, 2019; Ramos, 2019; Resendiz, 2018).

Para determinar la condición de funcionamiento de sistemas fotovoltaicos conectados a red (SFCR)de forma continua es necesario contar con una metodología capaz de determinar la potencia que entrega el sistema, sin interferir en su operación, y compararla con el valor real que debe aportar. En el presente trabajo se evalúa un algoritmo para determinar anomalías en la generación en estos sistemas a través del monitoreo de la potencia generada (Firman *et al.*, 2012).

El uso de energía solar ha aumentado exponencialmente en los últimos años en el mundo. Sin embargo, en el Perú, los sistemas fotovoltaicos aún se limitan a proporciones bajas, con tan solo 96 MW instalados hasta la actualidad en el país, los cuales producen un 0.5 % de la energía total del Perú (Fuente: La industria de la Energía Renovable en el Perú, 2016). Además, están en proceso de construcción la planta fotovoltaica de Rubí (144.5 MW) e Intipampa (40.0 MW) (Chura, 2020).

Teles (2017) evaluó experimentalmente tres tipos de tecnologías de inversores conectados a la red, String, micro-inversor y conversor CC-CC con el propósito de contribuir al conocimiento científico de las diferentes arquitecturas de sistemas fotovoltaicos conectados a la red. Los valores de la potencia eléctrica en CA, de un sistema fotovoltaico conectado a la red con inversor String que son adquiridos y almacenados por un

registrador, la evaluación se realizó comparando esos valores con los adquiridos a través del modelo teórico desarrollado y los medidos con un vatímetro en el lado CA del sistema (tensión corriente y potencia eléctrica) (Neto, 2017).

Al ser un tópico académico no del todo explotado en el Perú, es de interés todo tipo de investigación que promueva no solo el uso de este recurso, sino también que permita conocer y mejorar los mecanismos de estudio para estimar la eficiencia y la predicción de la producción de energía en condiciones meteorológicas nacionales (Gomez, 2019) .

Para Van-Dall y Correa (2015) el desarrollo sostenible es una búsqueda incesante en la sociedad brasileña actual. sociedad actual, y ha contribuido a difundir el uso de fuentes renovables y menos fuentes de energía. Entre las fuentes disponibles en este la energía solar, que puede ser utilizada a través de sistemas fotovoltaicos sistemas fotovoltaicos. Estos sistemas se pueden encontrar en dos formas diferentes autónomos (SFVI) o conectados a la red eléctrica pública (SFVCR).

Fernández (2022) tuvo como objetivo realizar un análisis y dimensionado de una instalación fotovoltaica conectada a red de una vivienda unifamiliar en Sant Vicent del Raspeig (Alicante). Se realizará el dimensionado según la normativa vigente y se calcularán todos los parámetros fundamentales para obtener el máximo rendimiento. Se realizará un estudio económico y energético que nos permita saber la inversión necesaria para esta instalación y como de rentable es teniendo en cuenta la situación del mercado energético actual.

Hassaine (2010) estudió el control de potencia que se va a inyectar a la red, mediante la optimización del diseño y control de los inversores como interfaz entre la red eléctrica y los sistemas fotovoltaicos, se basa en la utilización del control digital DSPWM (Digital Sinusoidal Pulse Width Modulation) que se asocia con el control de desfase entre la tensión de salida del inversor y la red eléctrica. Chepp y Krenzinger (2018) compararon la potencia y la energía generada con un inversor string y microinversores con situaciones de sombra (todo con sombreado y sin sombreado) en una instalación fotovoltaica en Porto Alegre.

Desde el punto de vista de Besso (2017) los modelos actuales de explotación y utilización de los recursos energéticos para satisfacer la demanda de electricidad y combustibles están relacionados con diversos problemas medioambientales. demanda de electricidad y



combustibles, están relacionados con diversos medios ambientales, como las emisiones de gases de efecto invernadero. Cabe resaltar que la energía fotovoltaica es una posible alternativa porque es una fuente de energía renovable fuente de energía.

Es así que estas energías se tornan como una alternativa para dejar de depender del petróleo y ayuda a combatir del cambio climático. Las principales formas de energías renovables son: biomasa, hidráulica, eólica, solar, geotérmica y las energías marinas, todas estas energías provienen de manera directa o indirecta del sol a excepción de la energía geotérmica (Diaz, 2008).



CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Identificación del problema

En los sistemas fotovoltaicos conectados a la red en la región de Puno y demás regiones de nuestro estado peruano han sido instalados y puestos en marcha sin antes o durante su desempeño no se ha realizado la realización las caracterizaciones y evaluaciones de su funcionamiento y poder evaluar el PR performance ratio y de esta manera garantizar el trabajo y el desempeño del mismo por lo que se presentan interrupciones a lo largo de los años y algunos dejan de operar a falta de anticipar o corregir algunos temas técnicos.

El mal dimensionamiento, el mal estado de equipos e insumos de un sistema fotovoltaico conectado a la red repercute en el normal desempeño y funcionamiento del sistema los cuales no se pueden observar o identificar a una revisión o prueba en el momento, el cual ocasiona que el ciclo de vida útil de los componentes del sistema fotovoltaico conectado a la red no se cumpla y este genere la desconfianza de estas tecnologías renovables. Por lo que es necesario de aplicar y ejecutar una supervisión del sistema fotovoltaico conectado a la red el cual después de cumplir y ejecutar la supervisión del sistema fotovoltaico conectado a la red en referencia a la norma técnica brasileña ABNT-NBR-16274, este garantice el normal desempeño y funcionamiento esperado para el sistema pueda cumplir con el rol de trabajo y vida útil para la cual este diseñada.

2.2 Enunciados del problema

2.2.1 Enunciado general

¿Se podrá evaluar y caracterizar un sistema fotovoltaico conectado a la red de 324 kW con inversor String bajo Norma Técnica Brasileña ABNT-NBR-16274 a 3824 msnm?

2.2.2 Enunciados específicos

- ¿Cuáles serán los comportamientos de las curvas I-V en las estaciones a evaluar el sistema fotovoltaico conectado a la red (SFCR) bajo Norma Técnica Brasileña ABNT-NBR-16274 a 3824 msnm?
- ¿En qué medida influirá el coeficiente térmico de potencia del arreglo fotovoltaico y la irradiación en la potencia nominal del sistema fotovoltaico conectado a la red con inversor String con MPPT bajo Norma Técnica Brasileña ABNT-NBR-16274 a 3824 msnm?
- ¿En qué medida influirá los parámetros eléctricos en AC y los factores ambientales en el desempeño global PR del sistema fotovoltaico conectado a la red con inversor String con MPPT, bajo Norma Técnica Brasileña ABNT-NBR-16274?

2.3 Justificación

2.3.1 Justificación social

El presente estudio de investigación permitirá mejorar la confiabilidad en la instalación de este tipo de sistemas y tener como referencia el presente trabajo cuando este tipo de instalaciones se masifique con la aprobación de la ley de generación distribuida en nuestro estado peruano.

2.3.2 Justificación económica

El estudio a realizarse garantizara el cumplimiento del ciclo de vida de los componentes de un sistema fotovoltaico conectado a la red y de esta manera poder recuperar en el tiempo determinado la inversión del sistema.

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo general

Evaluar y caracterizar un sistema fotovoltaico conectado a la red de 3.24 kW con inversor String bajo Norma Técnica Brasileña ABNT-NBR-16274 a 3824 msnm.

2.4.2 Objetivos específicos

- Caracterizar la curva I-V en la salida en DC del generador FV a la salida y entrada al inversor, según la norma técnica brasileña ABNT-NBR-16274.
- Determinar la potencia nominal del sistema fotovoltaico conectado a la red según la norma técnica brasileña ABNT-NBR-16274.
- Determinar la proyección del desempeño global PR en la salida en AC del Inversor String con MPPT, según la norma técnica brasileña ABNT-NBR-16274.

2.5 Hipótesis

2.5.1 Hipótesis general

La Norma Técnica Brasileña ABNT-NBR-16274, permitirá evaluar y caracterizar un Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red de 3.24 kW con inversor Sting instalado en la ciudad de Juliaca a 3824 msnm.

2.5.2 Hipótesis específicas

- El sistema fotovoltaico conectado a la red (SFCR) a 3824 msnm generarán curvas I-V con declive acentuado, normal ascendente.
- En el sistema fotovoltaico conectado a la red con inversor String con MPPT a 3824 msnm. Los parámetros ambientales serán directamente proporcionales a la potencia nominal.
- En el sistema fotovoltaico conectado a la red con inversor String con MPPT, los parámetros eléctricos en AC serán directamente proporcional al desempeño global PR.

CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio

Para el presente trabajo, la zona de estudio se realizará en la ciudad de Juliaca en el Instituto de Investigación de Energías Renovables y Eficiencia Energética – UNAJ Ayabacas. En el sistema fotovoltaico conectado a la red con inversor String de 3.24Kw.



Figura 14. Lugar de estudio

- Lugar: Universidad Nacional de Juliaca -Ayabacas
- Latitud: -15.409522.
- Longitud: -70.090695.
- Altitud: 3837 msnm.
- Distrito: San Miguel.
- Provincia: San Román.
- Departamento: Puno – Perú.

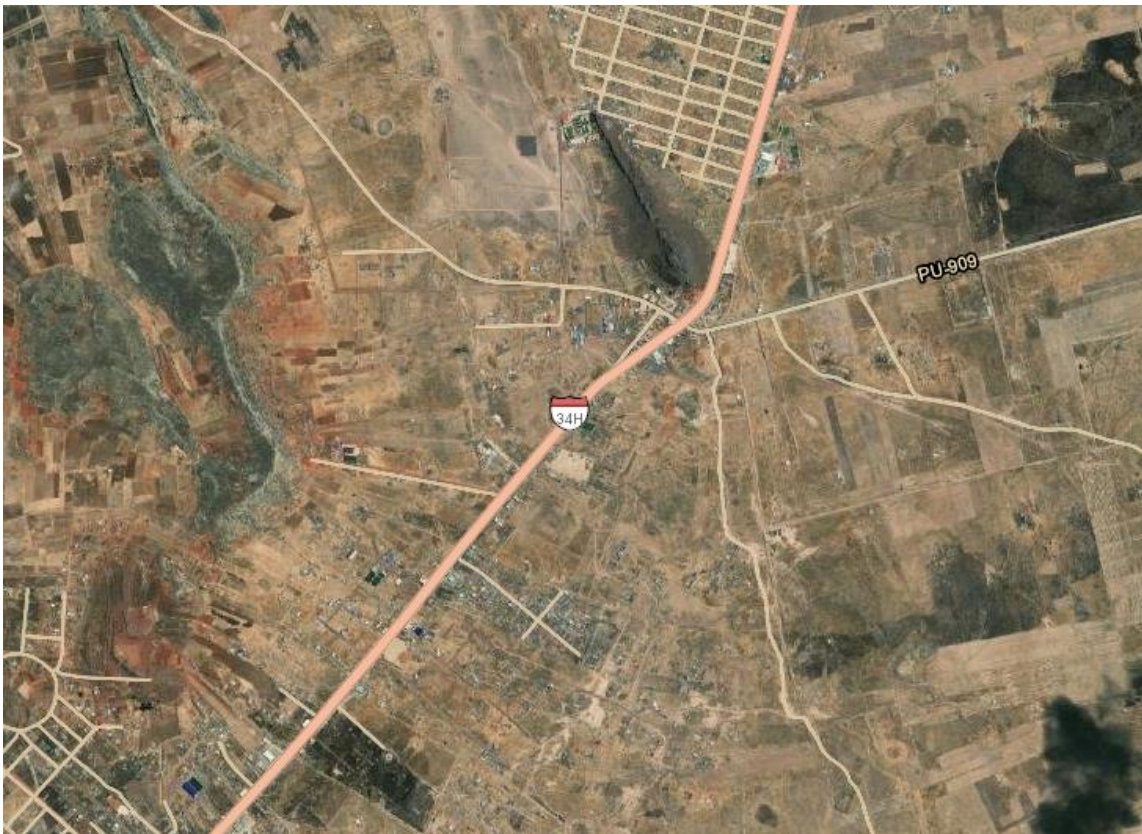


Figura 15. Mapa satelital de Ayabacas – San Román

3.2 Población

En este estudio se consideró el equipo completo que se ha instalado para el sistema fotovoltaico conectado a la red de 3.24Kw con inversor Sting con su respectivo equipo de adquisición de datos para monitoreo en tiempo real el cual fue financiado por FONDECYT, por lo que este fue el motivo para la ejecución del presente estudio esta se

encuentra situada en el pabellón del instituto de energías renovables y eficiencia energética en la cede Ayabacas campus de la universidad nacional de Juliaca.

3.3 Muestra

Esta se seleccionó considerando las variables ambientales y eléctricas que interfieren en el sistema fotovoltaico conectado a la red: irradiancia, temperatura, tención DC -AC, corriente DC-AC, potencia DC-AC. Esta consideración a causa de que la población es muy puntual en el presente SFCR, los datos fueron tomados en periodos de 1 minuto en base a la Norma Técnica Brasileña ABNT-NBR-16274.

3.4 Método de investigación

El método de investigación es aplicativo experimental, este se integra con un estudio exegético aplicada; porque se caracterizará y evaluará lo datos que generaron el sistema de adquisición de datos del SFCR. Esta caracterización y evaluación se ceñirá estrictamente a la Norma Técnica Brasileña ABNT-NBR-16274.

3.5 Descripción detallada de métodos por objetivos específicos

Para la recolección de datos del SFCR para la fase experimental del estudio de investigación, se desarrollará una descripción general del proceso de datos que este implica para de esta manera desarrollar con los objetivos planteados en el presente estudio.

Los equipos demás instrumentos que se mencionaran en adelante fueron implementados por el proyecto de FONDECYT con numero de contrato: N°180 – 2018 – FONDECYT – BM – IADT – AV, estos se instalaron en el instituto de energías renovables de la Universidad Nacional de Juliaca en su cede Ayabacas.

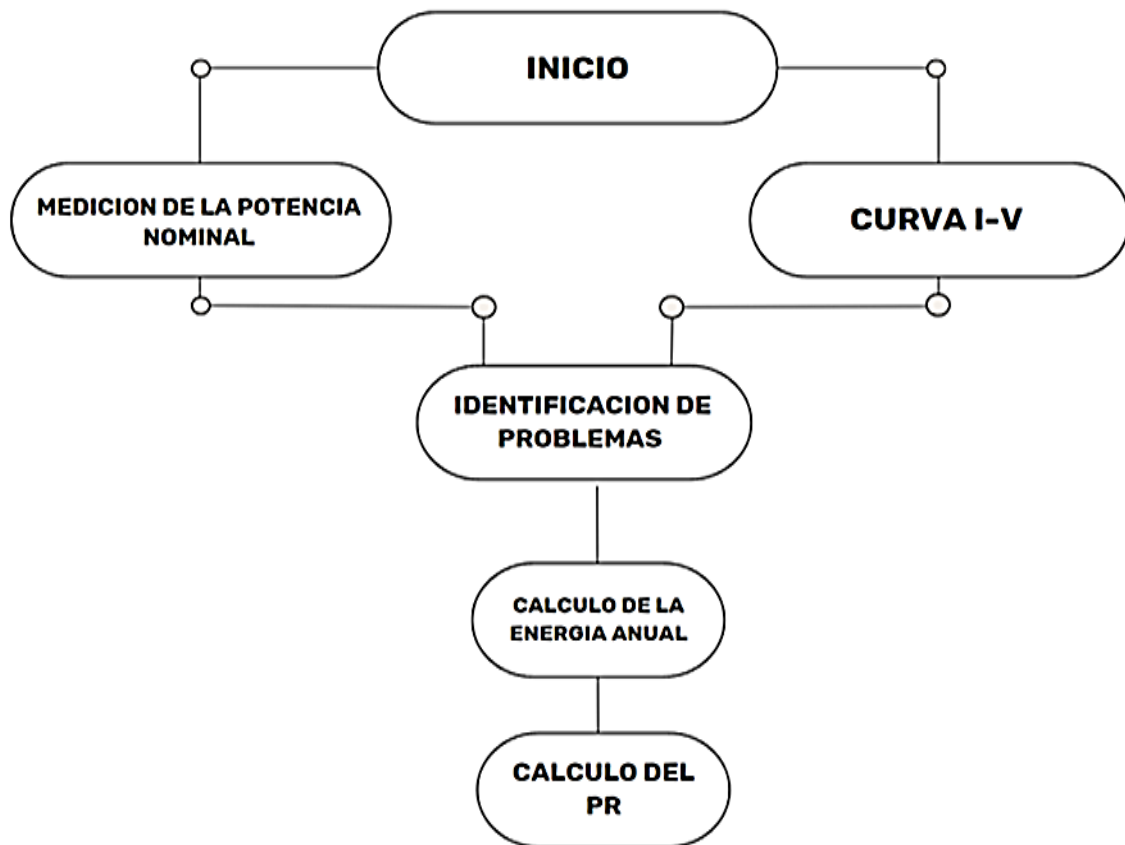


Figura 16. Diagrama de flujo de los pasos y procedimientos del proyecto de investigación

3.5.1 Caracterización de la curva I-V en la salida en DC del generador FV a la salida y entrada al inversor, según la Norma Técnica Brasileña ABNT-NBR-16274

3.5.1.1 Sistemas fotovoltaicos conectados a la red - Requisitos mínimos de documentación, pruebas de puesta en servicio, inspección y evaluación del desempeño.

Normas aplicables:

- ABNT NBR 10899, Energía solar fotovoltaica – Terminología.
- ABNT NBR 16149, Sistemas fotovoltaicos (PV) - Características de la interfaz de conexión con la red de distribución eléctrica.
- IEC 60364 (todas las partes), Instalaciones eléctricas de baja tensión.
- IEC 60364-6, Instalaciones eléctricas de baja tensión instalaciones - Parte 6: Verificación.

- IEC 60364-7-712, Instalaciones eléctricas de edificios - Parte 7-712: Requisitos para instalaciones o ubicaciones especiales - Sistemas de suministro de energía solar fotovoltaica (PV).
- IEC 61010 (todas las partes). Requisitos de seguridad para equipos eléctricos de medida, control y uso en laboratorio.
- IEC 61557 (todas las partes). Seguridad eléctrica en sistemas de distribución de baja tensión hasta 1000 V A.C. y 1500 V C.C. - Equipos para probar, medir o monitorear medidas de protección.
- IEC 61730-1, Calificación de seguridad del módulo fotovoltaico (PV). Parte 1: Requisitos para la construcción.
- IEC 61730-2, Calificación de seguridad del módulo fotovoltaico (PV). Parte 2: Requisitos para la prueba.

3.5.2 Medición de la curva I-V: Potencia del conjunto F.V.

Con las condiciones ambientales adecuadas, una prueba de curva I-V proporciona un medio de medir si la potencia nominal de un conjunto fotovoltaico coincide con la de la placa. La prueba debe realizarse según el procedimiento para la prueba de la curva I-V (Norma Brasileira, 2014).

- La serie fotovoltaica o el conjunto fotovoltaico bajo prueba debe ser aislado (o) y conectado (o) al dispositivo de prueba de la curva IV.
- El dispositivo de prueba de curvas IV debe programarse con las características, tipo y número de módulos bajo prueba.
- El medidor de irradiancia asociado con el dispositivo de prueba de curvas I-V debe estar montado en el mismo plano que los módulos y sin interferencias de ningún tipo localizado. Siempre que se utilice una celda de referencia, debe ser de la misma tecnología de celda que el conjunto fotovoltaico en ensayo.
- Cuando el probador de curva I-V utiliza una sonda de temperatura de celda, debe estar firmemente sujeta a la parte posterior del módulo y en el centro de

una de las celdas. Cuando las mediciones de temperatura son calculadas por el probador de curva I-V, se debe realizar una verificación para garantizar que las características del módulo se ingresen correctamente en el dispositivo.

- Antes de iniciar la prueba, se debe verificar el nivel de irradiancia para asegurarse de que sea superior a 700 W / m^2 en el plano del conjunto fotovoltaico y que la radiación solar sea normal al plano del conjunto fotovoltaico, con una tolerancia de $\pm 22,5 \%$.

Después de completar la prueba, el valor de potencia máxima medido debe corregirse para las condiciones de prueba estándar (STC en inglés, condiciones de prueba estándar) y compararse con el valor nominal de la placa de identificación del conjunto fotovoltaico bajo prueba. El valor medido debe estar dentro de la tolerancia de potencia indicada para los módulos (junto con una tolerancia para la precisión del probador de curva I-V) (Norma Brasileira, 2014).

3.5.3 Medición de la curva I-V: Identificación de efectos en módulos/conjuntos fotovoltaicos o problemas de sombreado

Las formas que pueden adoptar las curvas I-V obtenidas son información importante del conjunto o grupo de módulos fotovoltaicos que se evalúan y/o caracterizan de estas se pueden identificar los posibles defectos mencionados en la norma:

- Células/módulos dañados (como).
- Diodos de derivación en cortocircuito.
- Sombreado localizado.
- Desajuste entre módulos.
- La presencia de resistencia paralela excesiva en células/módulos/arreglos fotovoltaicos.
- Resistencia en serie excesiva.

El procedimiento para realizar una prueba de curva I-V para obtener datos de la forma de la curva es el mismo que se describe en 3.1.2, excepto que en el caso de una prueba

para obtener información solo sobre la forma de la curva, los niveles de irradiancia pueden ser menor y no se requiere que el ángulo de incidencia sea normal a los módulos.

Al registrar una curva I-V, la forma debe estudiarse con cualquier desviación de la curva predicha que se produzca. Las desviaciones en las curvas I-V requieren una atención especial, ya que pueden señalar fallas significativas que de otro modo serían indetectables en el conjunto fotovoltaico.

La información sobre cómo interpretar las desviaciones de una curva I-V se encuentra en el anexo 1. Para los sistemas con múltiples conjuntos fotovoltaicos idénticos y donde existen condiciones de irradiación estables, las curvas de los conjuntos fotovoltaicos individuales deben compararse (superponerse). Las curvas deben ser las mismas (típicamente dentro del 5 % para condiciones de irradiación estables)(Norma Brasileira, 2014).

Para el proyecto de investigación se utilizó un trazador de curvas de la marca GOSSEN METRAWATT PV 1500 que se muestra en la figura 7, este es un medidor de potencia máxima y trazador de curvas para módulos fotovoltaicos y generadores de hasta 1500 V DC, 20 A DC, este cuenta con un sensor de temperatura del conjunto de paneles solares y una celda calibrada con un sensor de temperatura para medir la temperatura del ambiente que se describe.

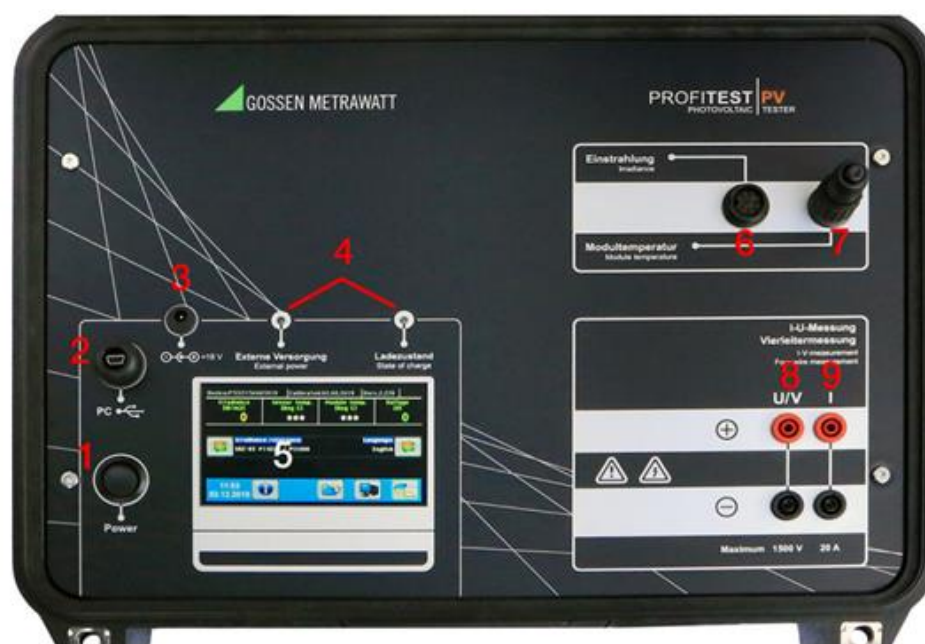


Figura 17. Trazador de curva GOSSEN METRAWATT PV 1500

1. Interruptor de encendido y apagado.
2. Puerto usb a Pc
3. Toma para fuente de alimentacion externa, 60W.
4. Led de estado.
5. Pantalla grafica de colores.
6. Entrada de irradiacion o combianada combinada con entrada de temperatura de irradiacion.
7. Entrada de medida de temperatura Pt100 o Pt1000.
8. Entrada de medida de tensión de 4 hilos.
9. Entrada de medicion de corriente de 4 hilos.

Este trazador cuenta con los accesorios antes mencionados para poder contar con todos los parametros que requiere esta caracterizacion de la curva , se muestra en la figura 8 y se describe sus conexión de dispositivos perifericos.



Figura 18. Accesorios periféricos del trazador de curvas a utilizar

1. Puerto USB para pc opcional

2. Fuente de alimentacion externa de 60 W.
3. Sensor de referencia de irradiacion.
4. Pt 100 externo para la temperatura en la parte posterior del módulo o Enchufe de corto circuito
5. Seccionador de seguridad externoentre el cable de medicion de potencia de 4 hilos y el PV de 1500 PROFITEST.
6. Cables de medicion de alimentacion de 4 hilos.

3.5.4 Evaluación del desempeño del SFCR

El procedimiento de evaluación de desempeño tipo se presenta en el diagrama de flujo de la Figura 6. Se ha dividido en cinco etapas, cada una con una o más actividades que se detallan a continuación en el SFCR en evaluación este cuenta con sistema de monitoreo ya descrito líneas arriba.

3.5.5 Medición de la potencia nominal del sistema fotovoltaico

Se debe medir la potencia nominal en los STC de los arreglos fotovoltaicos de los subsistemas bajo prueba. Se pueden utilizar dos formas de medición:

- a) Con un dispositivo de prueba de curva I-V adecuado al tamaño de los conjuntos fotovoltaicos. Esta forma tiene la ventaja de que, además de determinar la potencia nominal, permite observar problemas a través de la forma de la curva I-V;
- b) Con la medida, durante al menos un día, de la irradiancia característica y de la temperatura de la celda y de la c.c. a la entrada del inversor (con un vatímetro). Las tres mediciones deben realizarse simultáneamente con un intervalo máximo de 1 min entre mediciones de un mismo parámetro. Se debe trazar una curva $P_{cc}(25^{\circ}\text{C}) \times G_c$, a partir de la cual es posible obtener la potencia nominal de cada campo fotovoltaico. En el Anexo 2 se detalla la obtención de $P_{c.c.}(25^{\circ}\text{C})$, c.c.a la entrada del inversor corregido a 25°C , y la potencia nominal de los generadores fotovoltaicos a partir de la curva $P_{c.c.}(25^{\circ}\text{C}) G_c$.(Norma Brasileira, 2014).

Cuando un subsistema tiene más de un campo fotovoltaico, se deben sumar las potencias nominales de todos ellos para obtener la potencia nominal del subsistema (PNS). La potencia nominal del sistema en su conjunto (PN) debe calcularse tomando la media de las potencias nominales de los subsistemas ensayados y multiplicando este valor por el número total de subsistemas que componen el sistema fotovoltaico.

Lectura preliminar de contadores de energía. Se debe realizar una lectura preliminar al inicio de evaluación de la potencia nominal y esta etapa la segunda lectura de los contadores de energía que se debe de verificar de los datos que se tiene almacenado del SFCR. para ello, como también realizar el calculo de del rendimiento del sistema con la siguiente ecuación (Norma Brasileira, 2014).

$$DM1 = \frac{LP2 - LP1}{P_{NS}}$$

Donde:

PNS: es la potencia nominal del subsistema bajo prueba.

DM: es el rendimiento del sistema durante el período considerado, medido en kilovatios-hora por kilovatio-pico u horas.

3.5.6 Resolución de problemas (opcional)

En función de la potencia nominal de los conjuntos fotovoltaicos y los valores de DM1, se pueden detectar posibles problemas.

3.5.7 Resolución de problemas (opcional)

Los defectos o problemas se identifican de la siguiente manera:

- a) Un subsistema se considera un problema si su potencia nominal o su valor de DM1 es sustancialmente diferente de los demás;
- b) Se considera que un subsistema está en problemas si su valor de DM1 o su potencia nominal es muy inferior a la esperada.

3.5.8 Análisis de las causas de los problemas

Cuando se identifican problemas, es necesario realizar una verificación para identificar sus causas y, si es posible, eliminarlas. Es importante consultar las notas del operador del sistema sobre las interrupciones en su funcionamiento (total o parcial), ya que pueden ser causa de baja productividad. Si los problemas son eliminados, pero influyeron en la medida de la potencia nominal de los subsistemas.

Se considera que un subsistema funciona mal cuando las causas de los problemas no pueden eliminarse o no pueden identificarse (total o parcialmente).

3.5.9 Primera lectura de medidores de energía

Se debe de realizar una primera lectura de medidores de energía (LM1) de los sistemas najo prueba.

3.5.10 Medida de irradiancia, temperatura de celda y potencia a la entrada a la salida del inversor

Luego de la primera lectura de los medidores de energía (LM1), se debe medir la irradiancia total (G) y la temperatura de celda (Tc) con los sensores instalados, además de la potencia de entrada (Pcc) y salida (Pca) de los inversores con un vatímetro adecuado a la potencia involucrada, durante al menos cinco días, los cuales deben tener poca o ninguna nubosidad. Es importante que el operador del sistema tome nota de cualquier interrupción en su funcionamiento, las cuatro medidas deben ser realizadas simultáneamente a intervalos de como máximo 10 s entre medidas de un mismo parámetro, con integración (promedio) de como máximo 5 min.(Norma Brasileira, 2014).

3.5.11 Proyección de rendimiento global (PR) anual

La energía inyectada a la red convencional debe de calcularse o ser medida en un año según descrito en el anexo 3, utilizando una serie de historias de irradiancia y temperatura de ambiente obtenida en una base de datos confiable. El Rendimiento global anual (PR) debe de calcularse a partir de la siguiente ecuación(Norma Brasileira, 2014).

$$PR = \frac{E_{R.ano} G_{STC}}{P_N H}$$



Donde:

PN: es la potencia nominal del sistema fotovoltaico;

GSTC: es la irradiancia en las condiciones de prueba estándar (igual a 1.000 W/m²):

H : es la irradiancia anual total en el plano de los conjuntos fotovoltaicos, obtenida integrando los valores de irradiancia utilizados para calcular el ER año.

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización de la curva I-V en la salida en DC del generador FV a la salida y entrada al inversor, según la NORMA TÉCNICA BRASILEÑA ABNT-NBR-16274

4.1.1 Información básica del SFCR

En este capítulo se describirá las características y validan los procedimientos que se deben de llevar a cabo para cumplir con la ABNT – NBR – 16274.

En el proyecto ejecutado por FONDECYT con número de contrato: N°180 – 2018 – FONDECYT – BM – IADT – AV, parte del mencionado se instaló 12 módulos fotovoltaicos TALESUN MODELO TP 660P-270 (anexo 4), policristalino de 60 células de silicio los cuales suman una potencia de 3.24Kw, los que se muestran sus especificaciones técnicas en la tabla 1.

Tabla 1

Especificaciones técnicas del módulo fotovoltaico TALESUN MODELO TP660P-270.

Modulo TP660P-270	
Parámetros eléctricos (STC)	
Potencia máxima ($P_{m\acute{a}x}$)	270 W
Corriente de máxima potencia (I_{mp})	8.63 A
Tensión de máxima potencia (V_{mp})	31.3 V
Corriente de corto circuito (I_{sc})	9.09 A
Tensión de circuito abierto (V_{oc})	38.5 V
Temperatura nominal de Operación de la Célula (TNOC).	45+-2°C
Coefficiente de Temperatura de I_{sc}	+0.06%/°C
Coefficiente de Temperatura de V_{oc}	-0.31%/°C
Coefficiente de Temperatura de P_{mp}	-0.40%/°C

El inversor para el SFCR-String se opto por el inversor SMA (Sunny Boy 3.0) este tipo de inversores se adecuan a los parámetros electricos de la red estas esten en su rango de trabajo caso contrario se desliga de la red electrica para protegerse (anexo 5) , en la tabla 2 se muestra sus características CC/C.A.

Tabla 2

Especificaciones técnicas del inversor SMA 3.0

Inversor 3000 W	
Rango de tensión del PMP: V_{mp}	110-500 V
Tensión de entrada máxima: V_{oc}	600 V
Corriente máxima de entrada: $I_{m\acute{a}x}$	15 A
Potencia máxima del generador fotovoltaico: $P_{FVm\acute{a}x}$	5500 Wp
Rango de tensión nominal CA: V_{CA}	180-280 V
Potencia eléctrica nominal: P_{INV}^0	3000 W
Factor de Potencia: FP	1
Frecuencia de red CA/Rango: f_{CA}	50-60 \pm 5 a +5 Hz



Figura 19. Vista parcial de los paneles instalados.

En la tabla 3, se muestra la información básica sobre equipos y capacidad instalados y los datos generales del SFCR , información que se encontro en el proyecto como se adjunta.

Tabla 3

Información básica del equipamiento del SFCR.

Equipamiento Del SfcR	
Potencia nominal del sistema: W_p	3.24KWp
Potencia nominal del inversor: P_{INV}^0	3KVA
Propietario:	Universidad Nacional de Juliaca
Localización:	Ayabacas S/N
Coordenadas geográficas:	-15.409522; -70.090695.
Inversores:	01 unidad de sunny boy 3.0
Paneles:	12 unidades
Periodo de instalación:	Octubre/2021
Fecha de puesta en servicio	Octubre/2022

4.1.2 Información del proyectista - instalador del SFCR

Los responsables del proyecto se enumeran en la tabla 4, los datos no están disponibles personales y profesionales completos de todos los involucrados, por no haber sido descritos por el proyectista.

Según la planificación de obras e instalaciones del SFCR del proyecto FONDECYT , las instalaciones eléctricas de alumbrado y de potencia (pasaje de cableado , tablero de distribución , cajas, luminarias, interruptores, y otros equipos) fueron realizadas por los tesisistas, practicantes de la escuela profesional de energías renovables este mismo para la instalación de los paneles solares , estructura etc. Este trabajo estaba consentida por el proyectista y/o responsable del proyecto de FONDECYT.

Tabla 4

Los responsables del proyecto.

Asignación	Responsable
Diseño arquitectónico	
Calculo estructural	
Diseño de estructuras metálicas	
Diseño energético y diseño general de la planta	
Protección contra rayos y puesta tierra	
Diseño de instalaciones eléctricas internas, iluminación exterior y telefonía	
Ubicación topográfica	
Diseño de redes e instalaciones hidráulicas /sanitarias	
Presupuesto ejecutivo	
Planificación física y coordinacion	

4.1.3 Esquema de conexiones

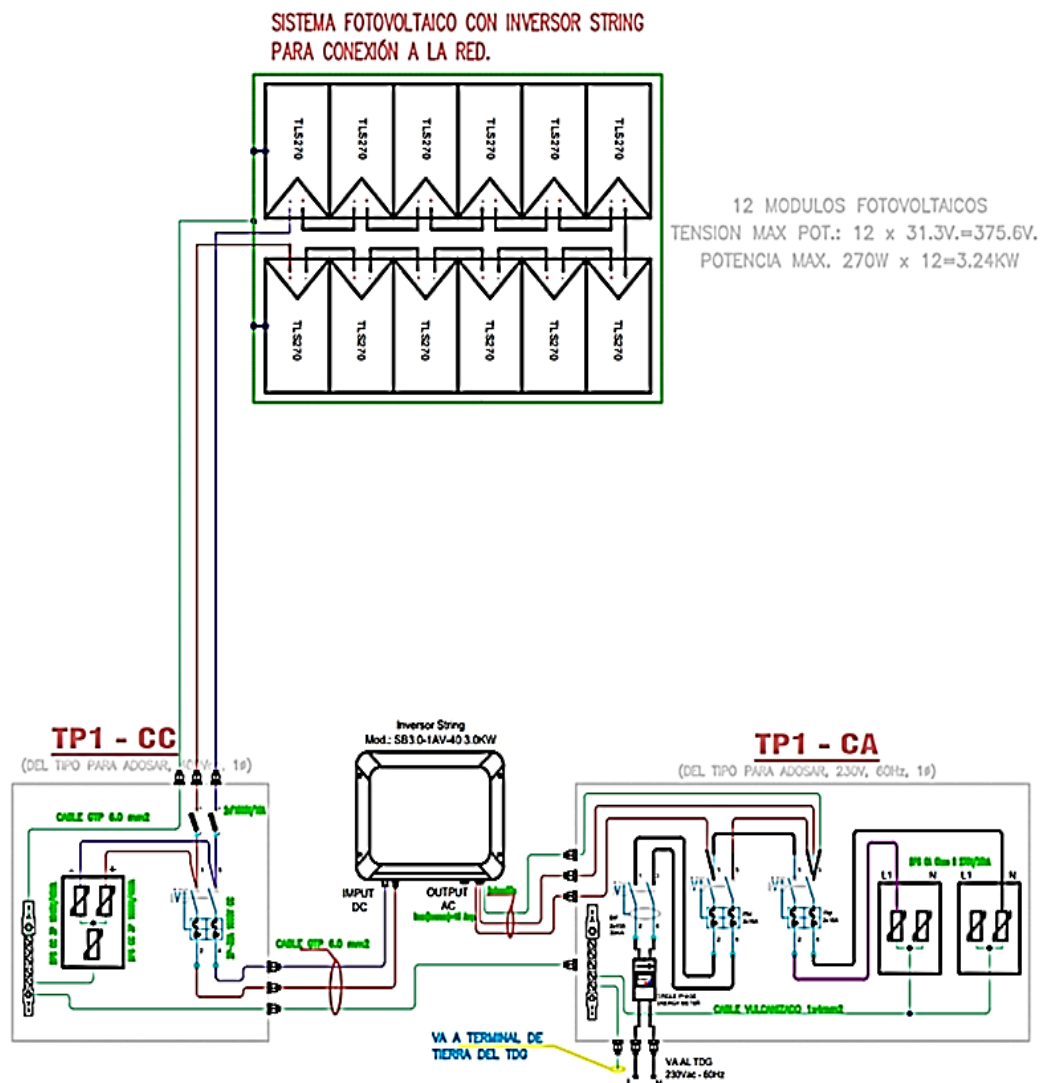


Figura 20. Diagrama de conexiones eléctricas del SFCR.

En el anexo 6, se muestra a mayor detalle y escala la representación y esquema de datos conexión entre los generadores fotovoltaicos y la red eléctrica. En la figura 10, se muestra las conexiones del lado CC/CA.

4.1.4 Estructuras de soporte del generador fotovoltaico

Las estructuras metálicas que soportan al SFCR cuenta con 01 posición estática, esta no cuenta con un sistema de seguimiento de radiación solar los cuales se verán a detalle en el anexo 7. En la figura 11, se muestra las vistas y secciones de las estructuras presentadas en el proyecto.

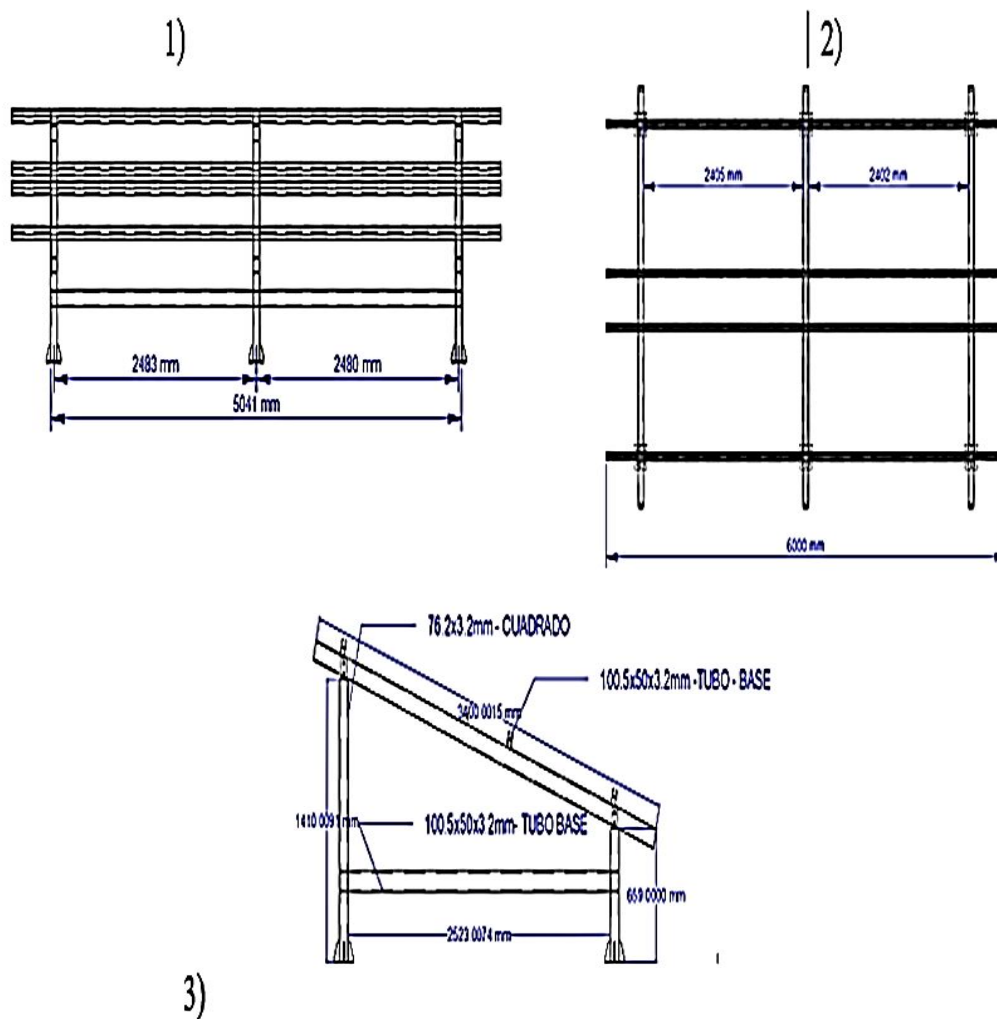


Figura 21. Vistas de estructuras metálicas.

4.1.5 Operación y mantenimiento durante la puesta en marcha de la planta

El SFCR- STRING, comenzó a operar en el 2021 desde esta temporada se monitorea los parámetros eléctricos (AC-DC) , ambientales (T-modulo, T-ambiente, Irradiación) de los cuales son tomadas cada parámetro 01 por minuto. En la figura 12, se muestra el diagrama del sistema de monitoreo el cual se guarda en la nube para luego evaluar las diversas investigaciones que por objetivo tiene el proyecto de FONDECYT.

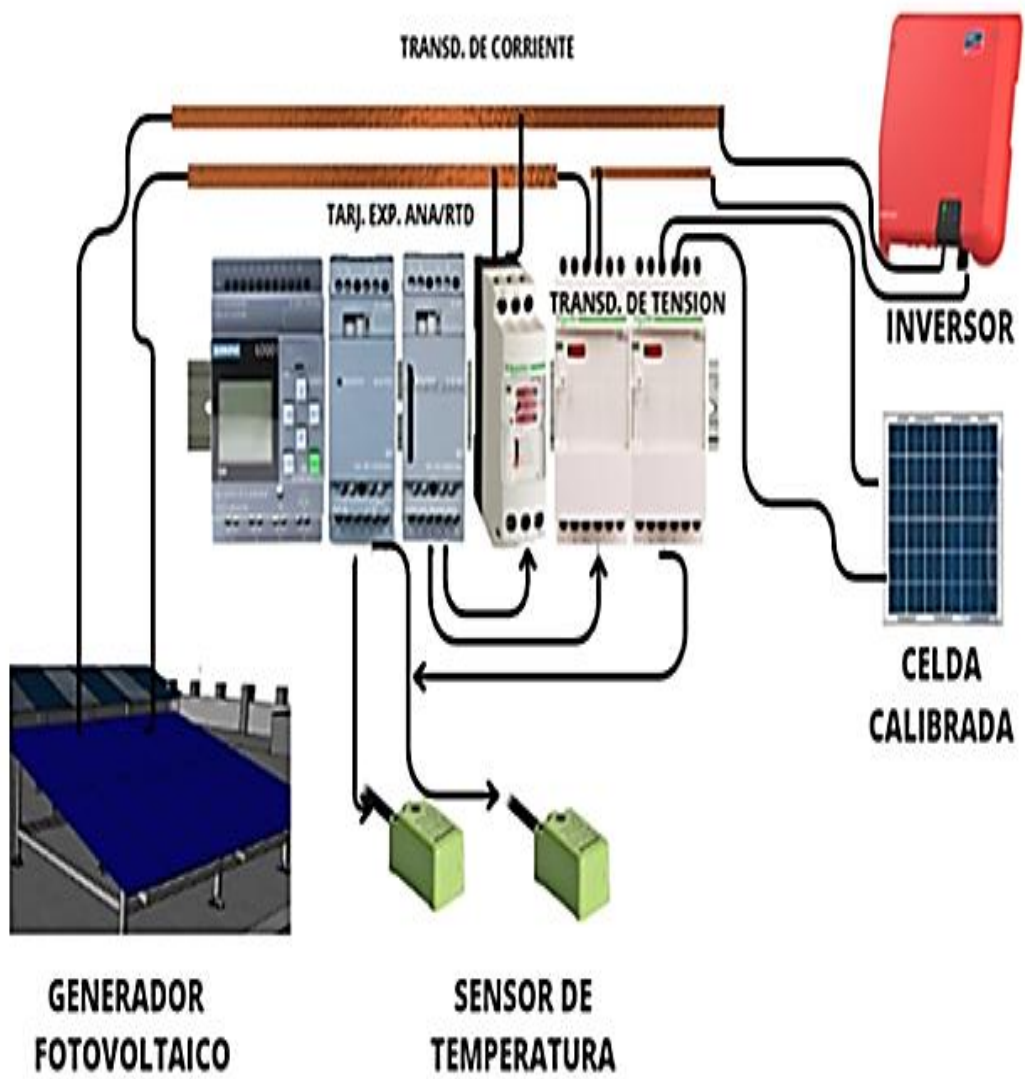


Figura 22. Diagrama de la instrumentación de adquisición de datos de monitoreo.

Con los datos disponibles en las tablas del anexo 8, nos lleva a una evaluación del desempeño del SFCR, en una comparación mensual del comportamiento de la irradiancia como recurso natural y principal generación de energía en los sistemas fotovoltaicos. En la figura 13, se muestra el comportamiento mensual de la irradiancia por lo que podemos afirmar que los puntos máximos en un día de verano sobrepasa los 1200 W/m², como también se puede ver en la figura 14 la media mensual de la temperatura del módulo en un rango de trabajo desde los -10°C como mínimo y una temperatura máxima sobre los 50°C estos rangos de trabajo tienen una influencia en la generación de energía puesto que esto se verificará en el trazado de curva.

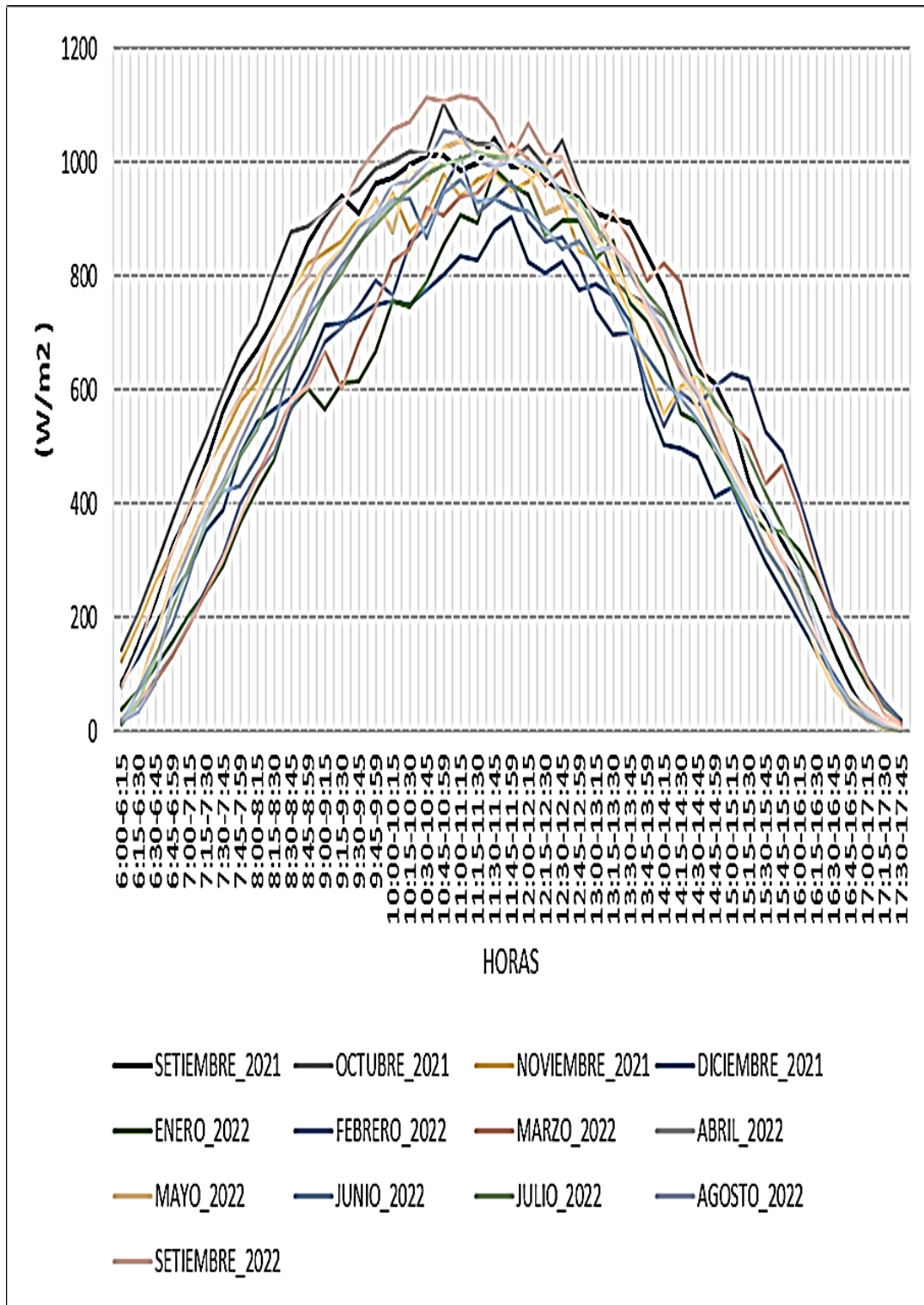


Figura 23. Representación de la irradiancia media mensual del SFCR.

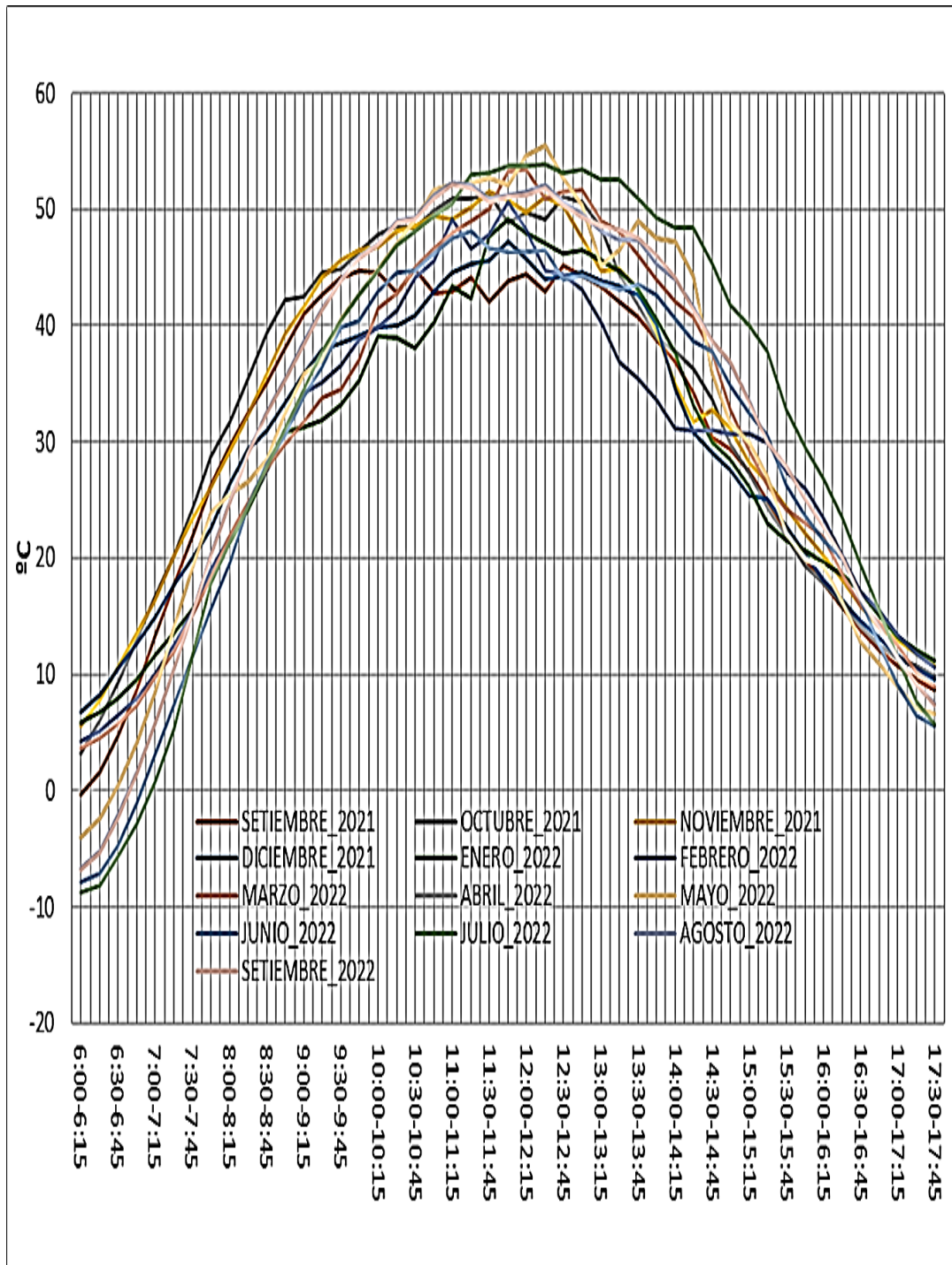


Figura 24. Representación de la temperatura del módulo media mensual del SFCR.

En la figura 13, se puede apreciar corriente (A), en el lado continuo generada por el SFCR. El máximo valor generado en mes de setiembre del 2022 estas por las altas intensidades de irradiación que podemos corroborar en la figura 12. Ambas figuras demuestran que la corriente generada es directamente proporcional a la irradiancia incidente en el plano que por los valores altos dejan notar un alto recurso en la operación del SFCR.

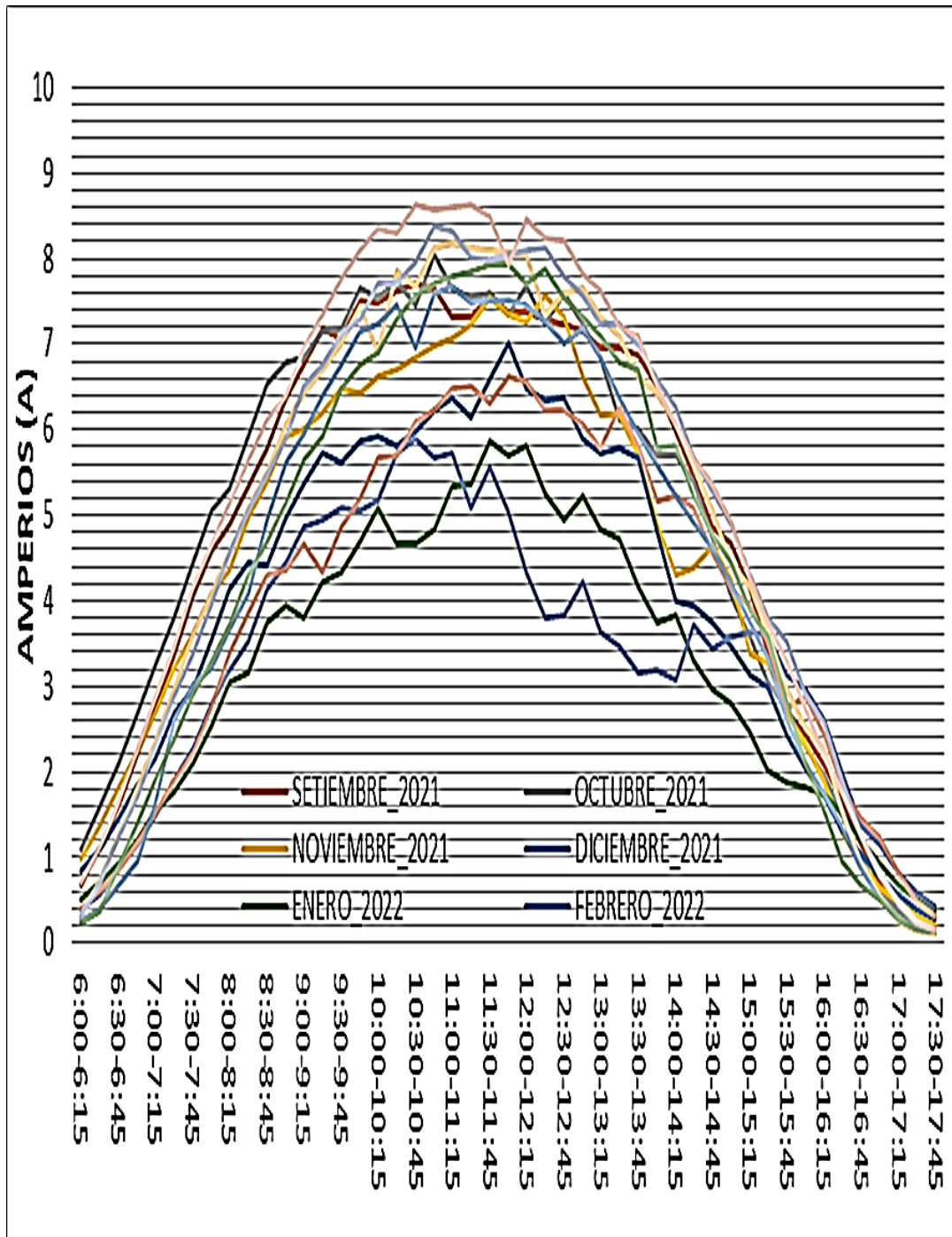


Figura 25. Promedio medio mensual de corriente generado por el SFCR.

En la figura 16, se puede apreciar la energía de salida acumulada del SFCR. a la salida de los paneles y la salida del inversor estas hacen notar que contamos con perdidas por diferentes factores ambientales y por eficiencias de equipos, cableado ,etc. Estas perdidas significan un promedio de 20 KWh en perdida mensuales.

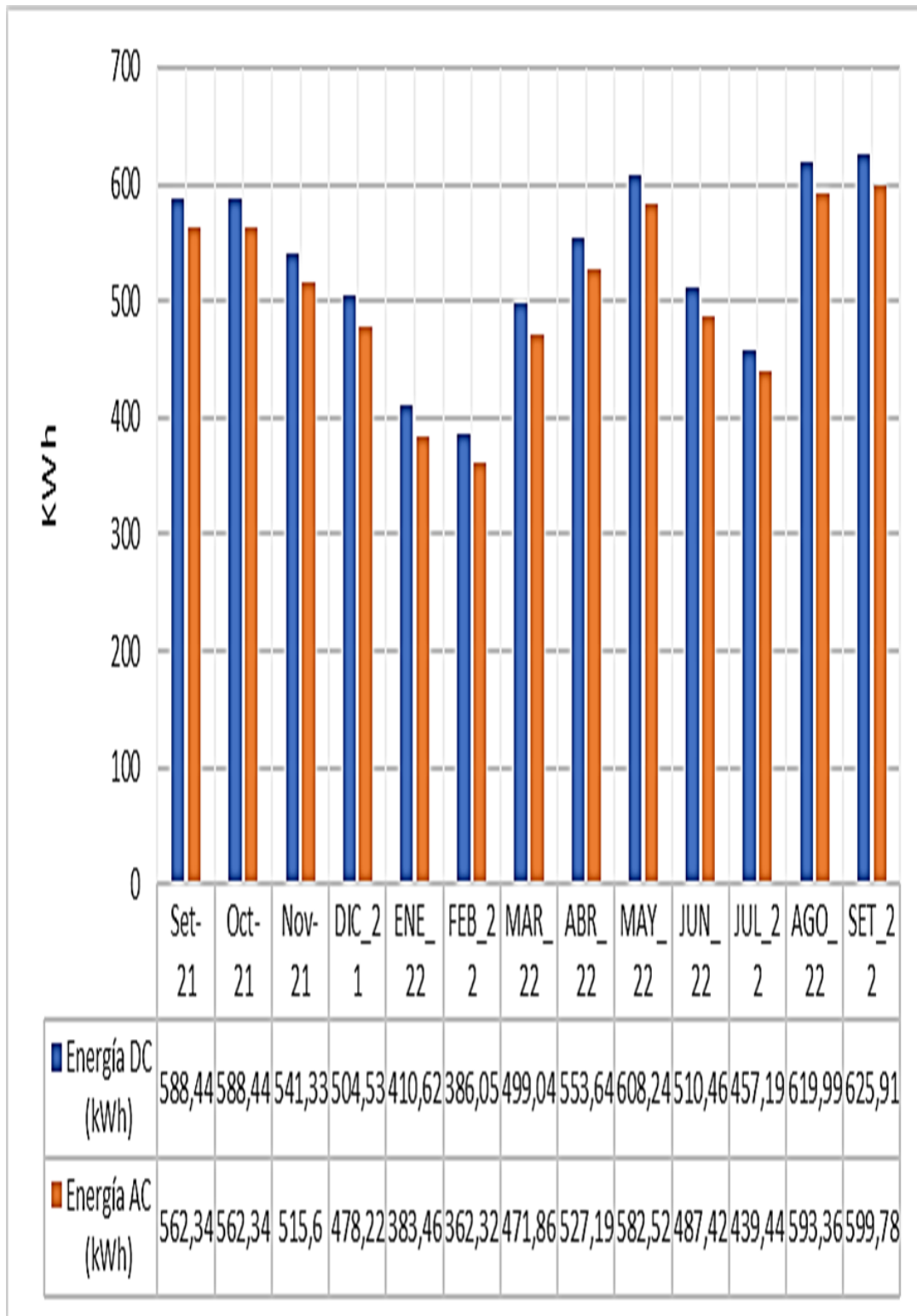


Figura 26. Energía de salida acumulada del SFCR.

4.1.6 Curva I-V

En la figura 17, podemos apreciar el resultado de la curva I-V del equipo GOSSEN METRAWATT PV 1500, donde se ha cumplido las condiciones ambientales que indica NORMA TÉCNICA BRASILEÑA ABNT-NBR-16274.

Se obtuvo la potencia máxima alcanzada es de 2910 W, corriente máxima de 9.14 A, voltaje máximo de 318.6 V, corriente de corto circuito 9.81 A, voltaje de circuito abierto de 411.3V estos valores se obtuvieron a las condiciones de 1074 W/m² de irradiancia y con temperatura del módulo 49.1 °C.

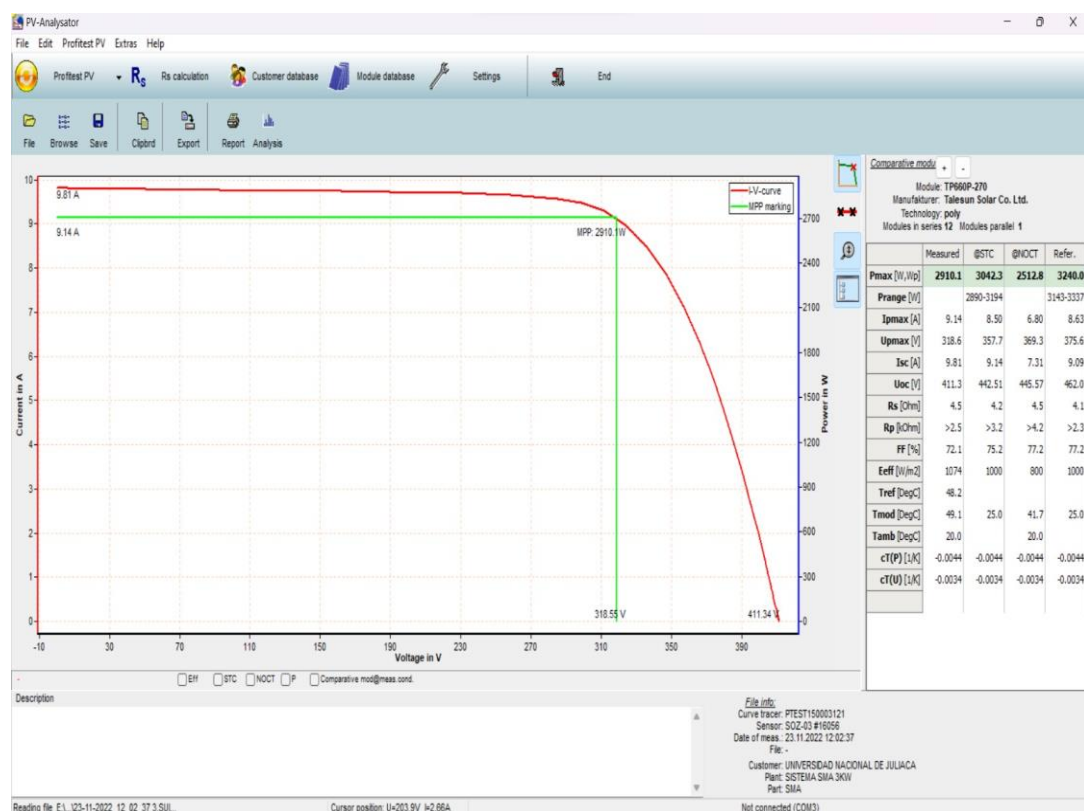


Figura 27. La curva I-V medida del SFCR.

En la figura 18, se tiene la curva I-V (curva de color violeta) la que corrige a la curva I-V medida de color a las condiciones estándares (STC) que indica.

Se obtuvo la potencia máxima de 3042.3 W, corriente máxima de 8.50 A, voltaje máximo de 357.7 V, corriente de corto circuito de 9.14 A, voltaje de circuito abierto 442.51 V. Esta información puede ser corroborada con el reporte que genera esta aplicación (PV ANALYSATOR) en el anexo 9.

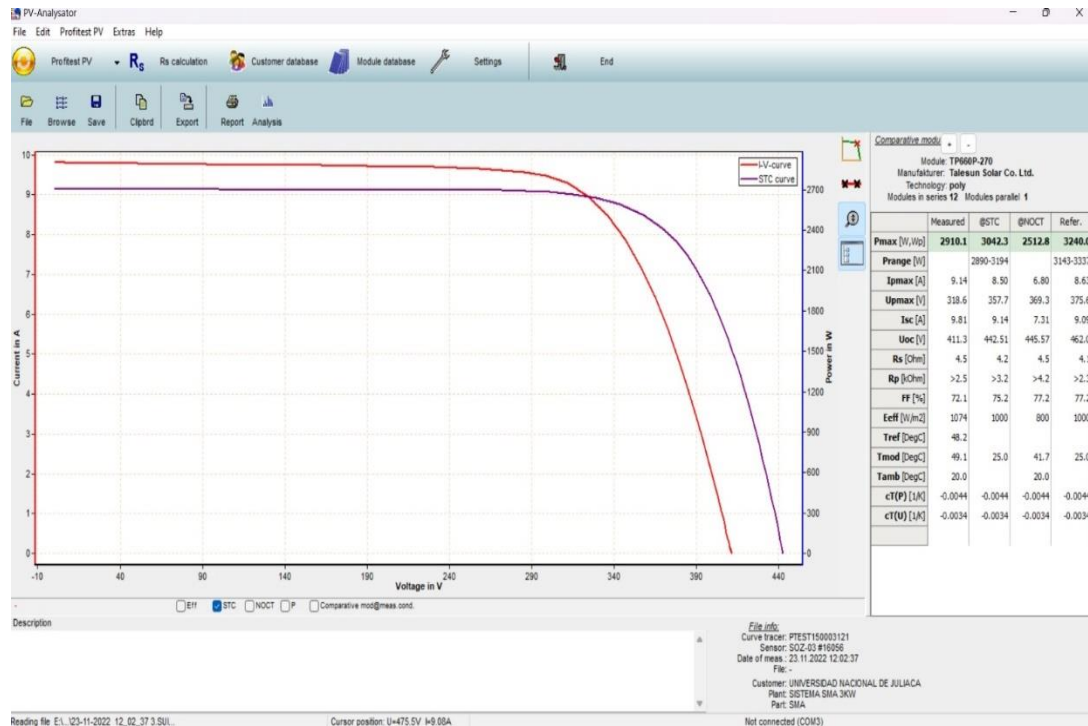


Figura 28. Curva I-V medida con corrección STC.

4.2 Determinar la potencia nominal del sistema fotovoltaico conectado a la red según la norma técnica brasileña ABNT-NBR-16274

La potencia nominal se ha establecido conjuntamente con la aplicación del trazador de curva en donde se obtuvo la potencia nominal de 3044.3 W por lo que en referencia a la ficha técnica del conjunto de paneles se debe las pérdidas por polvo, cableado, etc., el cual se encuentra dentro del rango aceptable.

En la figura 19, se puede apreciar la representación de la potencia nominal con la corrección de temperatura del conjunto de módulos fotovoltaicos esta nos da un valor de 3064W la cual es aceptada considerando que estos datos fueron obtenidos a plena operación del SFCR.

En el rango 0 a 800 W/m² de irradiación tenemos la desviación del comportamiento lineal provocada por el seguimiento del punto máximo de potencia, en el rango 800 a 1100 W/m² tenemos la parte lineal que consideramos para la potencia nominal, en el rango de 1100W/m² en adelante tenemos la restricción debido a la potencia de trabajo del inversor.

Tabla 5

Datos obtenidos del trazador de curva.

Datos obtenidos: PTEST150003121 - SOZ-03 #16056		
T sens:	46.1	DegC
T mod:	52.1	DegC
E eff:	1025	W/m2
Isc:	9.43	A
Uoc:	405.7	V
Ipmax:	8.76	A
Upmax:	313.4	V
Isc 0:	9.19	A
Uoc 0:	441.7	V
Ipmax0:	8.54	A
Upmax0:	356.4	V
Ppk:	3044.3	W

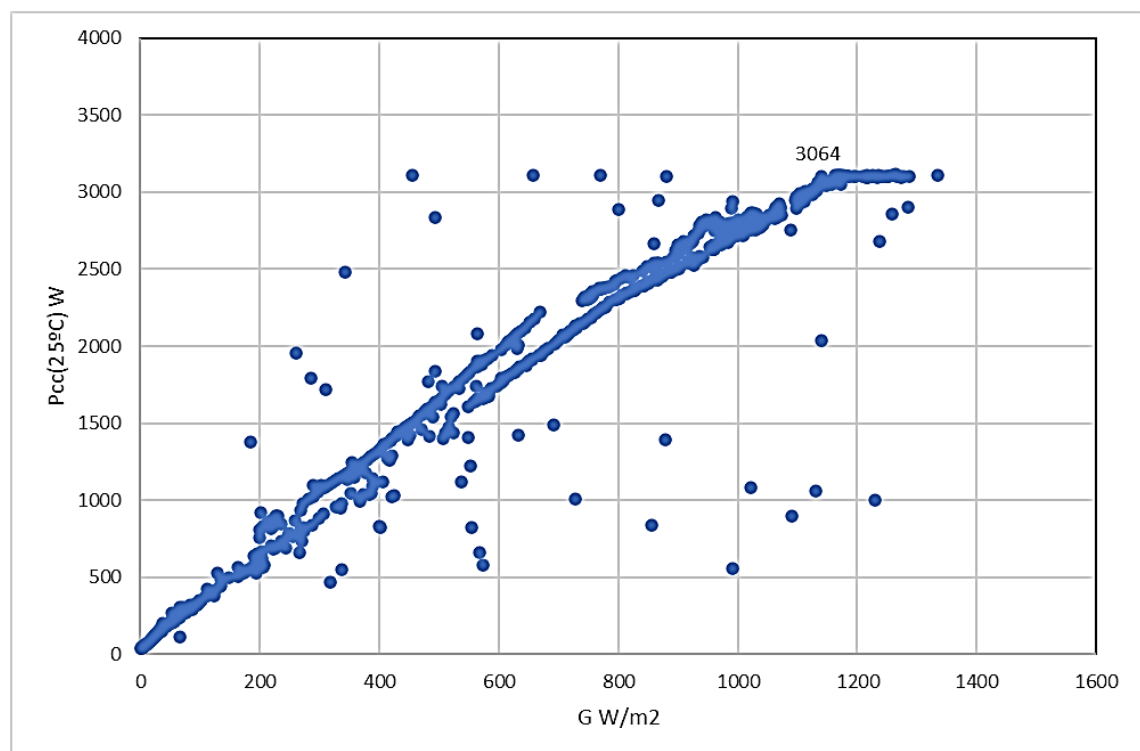


Figura 29. Potencia nominal corregida a 25°C según la norma técnica brasileña ABNT-NBR-16274.



4.3 Proyección del desempeño global en la salida en AC del inversor string con MPPT, según la norma técnica brasileña ABNT-NBR-16274

En la tabla 6, se encuentran los resultados del proceso de datos del periodo de tiempo de 13 meses desde setiembre del 2021 hasta setiembre del 2022 estos datos son obtenidos en la operación del sistema fotovoltaico conectado a la red String de 3.24KW , el cual es monitoreado por un conjunto instrumental descrito en la metodología del presente estudio en donde los parámetros son obtenidos en periodos de 1 minuto por parámetro por lo que para el presente estudio se realizó un proceso de datos para obtener tablas de promedios de 15 minutos para poder procesar los datos mencionados los que se anexan en el anexo 8.

Tabla 6

Resumen de parámetros de proceso para la obtención del performance ratio por cada mes de evaluación.

ME S	Vac. Media (V)	Temp. Ambiente media °C	Temp. módulo medio °C	Irradiancia incidente KWh	Energía DC KWh	Energía AC KWh	Yr-KWh-KWp I*dia-1	Ya KWh-KWp I*dia-1	Yf KWh-KWp I*dia-1	Perdidas de captura KWh	Perdida BOS KWh	Performance Ratio %	PRST C	PRS TC2	nA	bf	NBOS
Set-21	222.40	16.93	29.51	215.78	588.44	562.34	215.78	183.89	175.73	31.89	8.16%	82%	0.80	0.73	0.15	0.14	0.95
Oct-21	224.12	18.39	32.33	225.24	605.31	570.67	215.24	189.16	178.34	36.08	10.82%	80%	0.77	0.71	0.15	0.14	0.94
Nov-21	220.38	18.00	32.39	198.84	541.33	515.60	198.84	169.17	161.13	29.68	8.04%	81%	0.79	0.72	0.15	0.14	0.95
Dic-21	220.58	15.35	29.18	174.08	504.53	478.22	176.06	155.72	147.60	20.35	8.12%	85%	0.84	0.77	0.16	0.15	0.95
Ene-22	222.09	17.10	35.15	217.88	606.13	579.63	217.88	187.08	178.90	30.80	8.18%	82%	0.79	0.73	0.15	0.15	0.95
Feb-22	220.21	15.77	28.78	180.71	386.05	362.32	180.71	119.15	111.83	61.56	7.32%	63%	0.63	0.60	0.12	0.11	0.96
Mar-22	221.62	16.74	30.34	210.29	536.39	509.60	210.29	165.55	157.28	44.74	8.27%	75%	0.74	0.70	0.14	0.13	0.91
Abr-22	221.90	17.35	35.20	212.80	581.39	556.19	212.80	179.44	171.66	33.36	7.78%	81%	0.77	0.71	0.15	0.14	0.95
May-22	221.67	15.69	31.30	206.83	608.24	582.52	206.83	187.73	179.79	19.10	7.94%	87%	0.85	0.78	0.16	0.16	0.96
Jun-22	220.39	12.45	28.63	186.71	510.46	487.42	186.71	157.55	150.44	29.16	7.11%	81%	0.80	0.74	0.15	0.14	0.96
Jul-22	219.69	15.49	32.41	210.20	457.19	439.44	210.20	141.11	135.63	69.09	5.48%	65%	0.62	0.58	0.12	0.12	0.95
Ago-22	221.60	15.45	32.02	209.81	619.99	593.36	209.81	191.35	183.13	18.45	8.22%	87%	0.85	0.79	0.16	0.16	0.96
Set-22	221.96	13.97	31.95	213.42	625.91	599.78	213.42	193.18	185.12	20.24	8.07%	87%	0.84	0.77	0.16	0.15	0.96
	2878.61	208.68	409.19	2662.59	7171.36	6837.09	2654.57	2220.08	2116.58	444.50	103.51%	79.71%	10.09	9.33	1.92	1.83	94.95%

En la figura 20, se tiene las energías acumuladas en AC- DC, en esta grafica se puede confirmar la energía ahorrada por cada mes el cual acumulada de setiembre del 2021 hasta setiembre del 2022 alcanzaría 6837 KWh de energía generada por el SFCR.

En la figura 21, representa el rendimiento final y las pérdidas del SFCR respectivamente donde Yf es el rendimiento final del sistema, las perdidas Bos son las pérdidas del balance del sistema y las pérdidas de captura. El valor sumado de estos parámetros acumulados refleja el valor del rendimiento de referencia (Yr) el cual representa la irradiación total del plano de referencia del módulo fotovoltaico.

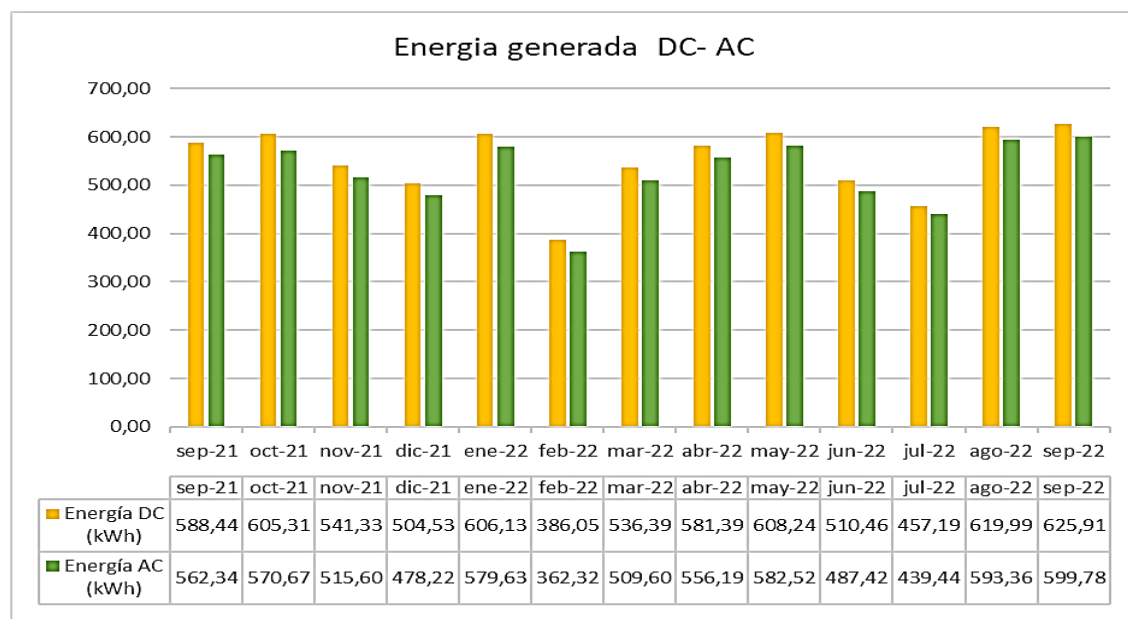


Figura 30. Energía acumulada del periodo de evaluación del S.F.C.R.

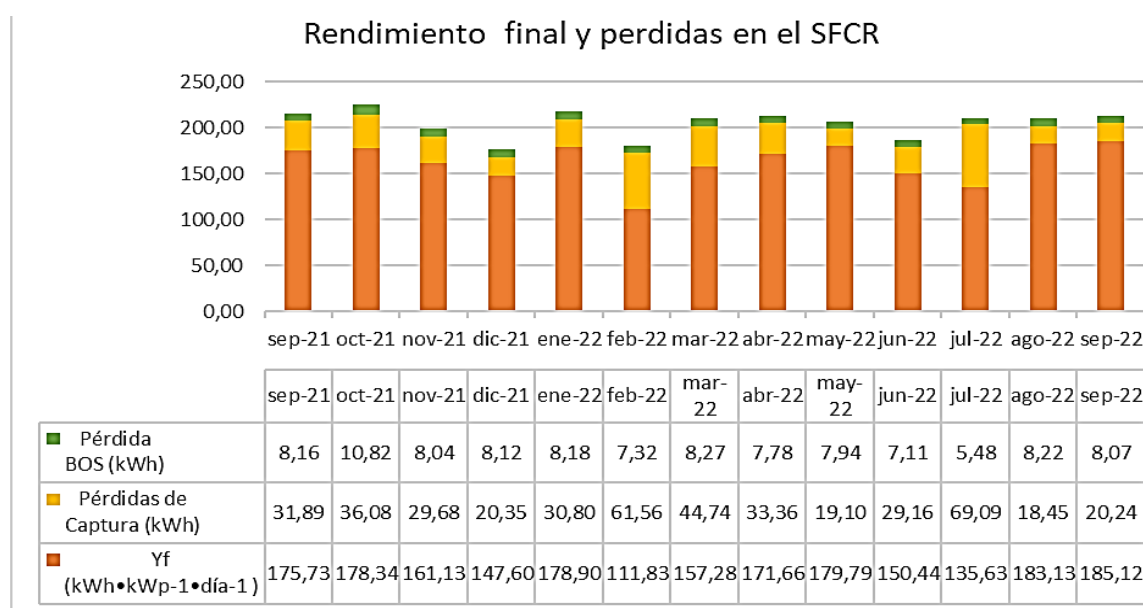


Figura 31. Rendimiento final y perdidas del S.F.C.R.

En la figura 22, se proyecta los valores del performance ratio de cada mes durante el periodo de evaluación del SFCR. los valores obtenidos reflejan una relación de la energía disponible en los módulos fotovoltaicos aprovechados. Esta considera las pérdidas que se encuentran en los SFCR como también la restricción de la potencia de trabajo del inversor cada uno de los factores mencionados han permitido tener como valor máximo en los meses de setiembre del 2022, agosto del 2022, mayo del 2022 con un valor de 87% y valor mínimo de 63% en el mes de febrero del 2022 en valor promedio anual es de 79% para este SFCR.

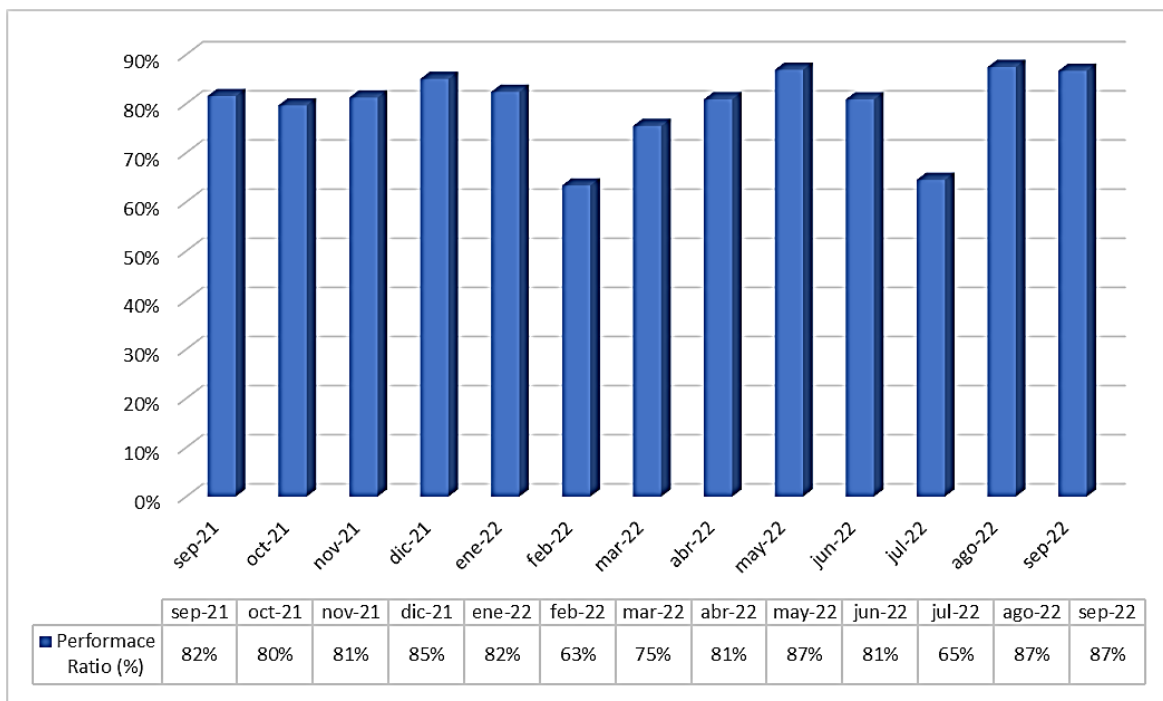


Figura 32. Valores obtenidos de cada mes del Performance ratio.

CONCLUSIONES

- La curva I-V se proyectó con una irradiancia de 1074 W/m^2 a una temperatura de ambiente de $20 \text{ }^\circ\text{C}$, con temperatura de módulo de $49.1 \text{ }^\circ\text{C}$ los cuales se encuentran dentro los parámetros solicitado por la NORMA TÉCNICA BRASILEÑA ABNT-NBR-16274. La curva proyectada por el equipo GROSSEN METRWATT PV 1500 cumple con los estándares y normas que esta implica lo cuales se anexa la ficha técnica el equipo empleado en la figura 19 y la figura 18. Se puede apreciar la forma de la curva con una corriente máxima de 9.4^{a} y un a tensión de 318V los cuales ascienden a una potencia de 2910W . Con estos valores se pronuncia una curva sin deformación que menciona la norma que pueda significar algún tipo de deficiencias en el conjunto solar fotovoltaico de 3.24Kw de potencia nominal. Cabe precisar que esta potencia alcanzada a estas condiciones no son las máximas que alcanza el SFCR, según los datos registrados por el equipo de monitoreo estas alcanzan mayores potencias con una irradiancia extrema de 1300w/m^2 por lo que se deduce que existe un sobredimensionamiento en relación a la potencia de módulos fotovoltaicos.
- La potencia nominal se obtuvo con los ensayo desarrollado en el trazador de curvas GROSSEN METRWATT PV 1500, los cuales dentro de sus funciones esta corrige los datos a las condiciones estándares de 1000W/m^2 y a una temperatura del módulo fotovoltaico de $25 \text{ }^\circ\text{C}$ los cuales según los valores obtenidos son de: corriente máxima es de 8.50A , tensión de 357.7 y con una potencia nominal de 3042.3W este valor nominal se encuentra considerado un valor optimo puesto a este ensayo cabe precisar que se realizó sin limpieza o mantenimiento del conjunto de módulos fotovoltaicos los cuales representan perdidas. Como también se evaluó por la ecuación que presenta la NORMA TÉCNICA BRASILEÑA ABNT-NBR-16274 en donde el valor obtenido para la potencia nominal es de 1064 W este valor tiene semejanza con el valor obtenido en el ensayo con el trazador de curvas por lo que se encontró en la curva de proyección de potencia corregida a la temperatura de 25°c confirma el sobredimensionamiento de del conjunto de módulos fotovoltaicos representados en la curva en el rango de 1100 W/m^2 una curva lineal que representa la restricción de potencia de trabajo del inversor el cual cabe mencionar que los datos del SFCR se tiene condiciones ambientales extremas con una irradiancia en

verano que alcanza los 1300 W/m² los cuales a estas condiciones se tiene una restricción considerable para el conjunto de módulos fotovoltaicos.

- Para la proyección del desempeño global del sistema la salida del inversor se ha evaluado durante 13 meses de setiembre del 2021 hasta setiembre del 2022 en donde para llegar a este parámetro se requiere el cociente de los valores de rendimiento final, rendimiento de referencia estas implican obtener las pérdidas que genera el SFCR como también medir la energía inyectada a red por lo que se consideró lo mencionado en la NORMA TÉCNICA BRASILEÑA ABNT-NBR-16274, esta evaluación se muestra en la tabla 6 el resumen de la temperatura promedio de cada mes, la temperatura promedio del módulo fotovoltaico, la irradiancia incidente acumulada por cada mes, la energía acumulada en lado continuo, la energía acumulada a la salida del inversor, rendimiento de referencia Y_r acumulada para cada mes, rendimiento de los módulos fotovoltaicos Y_a , eficiencia del sistema del sistema η_f , eficiencia del arreglo fotovoltaico. Eficiencia del inversor η_{Bos} . Por los valores obtenidos del PR de cada mes se deduce que presenta pérdidas por captura pérdidas por cablearía, como también influye la eficiencia del inversor y confirma la disponibilidad de energía del arreglo fotovoltaico es mayor de la necesidad energía que requiere el inversor la cual nos da un promedio de PR de 79.71%.



RECOMENDACIONES

- Realizar esta inspección / supervisión a cada una de las centrales solares, sistemas fotovoltaicos conectados a la red en referencia mapa de recurso solar en el Perú para poder determinar la constante de dimensionamiento solar para poder tener un a referencia de un dimensionamiento óptimo para cada zona según el mapa solar
- Implementar esta supervisión e inspección a todos los sistemas solares para poder garantizar el desempeño y corregir de darse el caso a las ocurrencias que se presentan en los sistemas fotovoltaicos.
- Tener los equipos adecuados para realizar los ensayos necesarios para poder cumplir con los pasos a seguir según la norma técnica brasileña
- Tener los equipos calibrados para tener un a referencia fiable para la toma de las mediciones de los parámetros que se requieren para poder evaluar la energía inyectada a la red, potencia corregida a las consideración de los estándares descrita en la norma , calcular la potencia nominal del conjunto solar.

BIBLIOGRAFÍA

- Angulo, J. R. (2022). *Contribution to the characterization and modeling of photovoltaic generators. (Tesis doctoral)* (Pontificia Universidad Católica del Perú). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. Recuperado de <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/23969?show=full>
- Aranda, J., Llera, E., Marco, M., Ortego, A., Scarpellini, S., & Valero, J. (2013). *Guía de mercados energéticos*. Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza. Recuperado de <https://dspacereva.conacyt.gov.py/xmlui-repo/handle/123456789/7135?show=full>
- Asmat, C. P. (2018). *Determinación de la eficiencia de un sistema de bombeo fotovoltaico en el distrito de Yaurisque-Cusco. (Tesis de grado)* (Universidad Nacional Agraria La Molina). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3141?show=full>
- Autosolar. (2023). *Configuración de paneles solares*. Lima: Autosolar Energía del Perú S.A.C. Recuperado de <https://autosolar.pe/aspectos-tecnicos/configuracion-de-paneles-solares>
- Barcellar, G. (2011). *Comissionamento da usina solar fotovoltaica da UFJF. (Tesis doctoral)* (Universidade Federal de Juiz de Fora). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Brazil. Recuperado de <https://www2.ufjf.br/labsolar//files/2011/05/Comissionamento-da-usina-solar-fotovoltaica-da-UFJF.pdf>
- Besso, R. (2017). *Sistema solar fotovoltaico conectado à rede – estudo de caso no centro de Tecnologia da UFRJ. (Tesis de grado)* (Universidade Federal do Rio de Janeiro). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil. Recuperado de <https://www.drhima.poli.ufrj.br/images/documentos/tcc/2017/rachel-besso-2017.pdf>
- Bester Energy. (2013). *Aplicaciones de sistemas fotovoltaicos aislados*. Sevilla: BESTER NEW ENERGY S.L. Recuperado de <https://bester.energy/aplicaciones-sistemas-energia-fotovoltaica-aislados/>
- Brasileira, N. (2014). ABNT NBR 16274 “Sistemas fotovoltaicos conectados à rede —



- Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho”. *Associação Brasileira de Normas Técnicas*. Recuperado de <https://www.passeidireto.com/arquivo/70990426/nbr-16274-2014>
- BUN-CA. (2002). *Manuales sobre energía renovable: Solar Fotovoltaica*. San José: Biomass Users Network (BUN-CA). Recuperado de <http://www.bionica.info/biblioteca/BUNCA2002Fotovoltaica.pdf>
- Caamaño, E. (1998). *Edificios fotovoltaicos conectados a la red eléctrica: caracterización y análisis. (Tesis doctoral)* (Universidad Politécnica de Madrid). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España. <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.1322>
- Castro, M. A. (2018). *Dimensionado de una red nacional de laboratorios de sistemas fotovoltaicos conectados a la red (SFCCR) para la enseñanza y la investigación de la ingeniería de sistemas fotovoltaicos. (Tesis de grado)* (Universidad Nacional de Ingeniería). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. Recuperado de <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2357424>
- Chepp, E. D., & Krenzinger, A. (2018). Estudio Comparativo Do Uso De Inversorstringe Microinversores Na Geração De Energia Elétrica De Umainstalaçãofotovoltaicacom Sombreamento Parcial. *VII Congresso Brasileiro de Energia Solar* .
- Chura, V. (2020). *Diseño, Implementación y Análisis Económico de un Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red (SFCCR) de 3kW con Inversor String Analizado en las Condiciones Geográficas y Climatológicas de la Ciudad de Juliaca. (Tesis de grado)* (Universidad Nacional de Juliaca). Universidad Nacional de Juliaca, Juliaca, Perú. Recuperado de http://repositorio.unaj.edu.pe/bitstream/handle/UNAJ/118/Vianey_Daysi_Chura_Palli_TESIS_FINAL_%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ciencia Plus. (2002). *Los productores de energías renovables dicen que su impacto ambiental es 31 veces inferior al de las convencionales*. Barcelona: Europa Press Ciencia. Recuperado de <https://www.europapress.es/ciencia/laboratorio/noticia-productores-energias-renovables-dicen-impacto-ambiental-31-veces-inferior-convencionales-20020417184655.html>

- Colmenar, A., Borge, D., Collado, E., & Castro, M. A. (2015). *Generación distribuida, autoconsumo y redes inteligentes*. Zaragoza: Red de Bibliotecas Universitarias. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=575694>
- Cornejo, H. (2013). *Sistema solar fotovoltaico de conexión a red en el Centro Materno Infantil de la Universidad de Piura. (Tesis de pregrado)* (Universidad de Piura). Universidad de Piura, Piura, Perú. Recuperado de <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1762>
- Diaz, M. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética*. Canarias: Instituto Tecnológico de Canarias, S.A. Recuperado de <https://www.cienciacanaria.es/files/Libro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica.pdf>
- Dos Santos, Y., Rodrigues, J., Oliveira, L., Aguilar, E., & Barros, M. (2020). Conectados À Rede Em Uma Edificação De Um Campus Universitário. *VIII Congresso Brasileiro de Energia Solar – Fortaleza*, (01-05 junio). Recuperado de <https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/download/880/880>
- Echeandía, G. (2014). *Energías No Convencionales en el Perú Situación Actual y Perspectivas*. Lima: OSINERGMIN. Recuperado de https://www.osinergmin.gob.pe/empresas/electricidad/Paginas/IVCongresoGFE/archivos/1_Exposiciones/35_PERU_GuillermoEcheandia.pdf
- Endesa Energía. (2023). *Energía solar: qué es, cómo funciona y sus ventajas*. Madrid: Endesa S. A. Recuperado de <https://www.endesa.com/es/la-cara-e/energias-renovables/energia-solar>
- Fernández, J. (2022). *Diseño de un sistema fotovoltaico conectado a red. (Tesis de grado)* (Universitat Politècnica de València). Universitat Politècnica de València, Valencia. Recuperado de [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/188598/Fernandez - Diseno de un sistema fotovoltaico conectado a red.pdf?sequence=1](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/188598/Fernandez_-_Diseno_de_un_sistema_fotovoltaico_conectado_a_red.pdf?sequence=1)
- Firman, A., Cáceres, M., Toranzos, V., Busso, A., Vera, L., & Cardena, C. (2012). Monitoreo y caracterización de sistemas fotovoltaicos conectados a red. *IV Congresso Brasileiro de Energia Solar e V Conferencia Latino-Americana da ISES*, 1(1), 7. Recuperado de

<https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/view/2007/1991>

- Foro Nuclear. (2023). *¿Qué es la energía solar y cómo se aprovecha?* Recuperado de <https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-nuclear/preguntas-y-respuestas/sobre-distintas-fuentes-de-energia/que-es-la-energia-solar-y-como-se-aprovecha/>
- Gomez, S. (2019). *Estudio de un sistema fotovoltaico: Caracterización, Simulación y evaluación de diversos métodos de Análisis y Predicción. (Tesis de pregrado)* (Pontificia Universidad Católica del Perú). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. Recuperado de https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/14438/GÓMEZ_SÓCOLA_SEBASTIAN_MIGUEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Grupo TRITEC. (2017). *Tipos de paneles fotovoltaicos*. Santiago: Grupo TRITEC.
- Hassaine, L. (2010). *Implementación de un control digital de potencia activa y reactiva para inversores. (Tesis doctoral)* (Universidad Carlos III de Madrid). Universidad Carlos III de Madrid, Madrid, España. Recuperado de <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/10230#preview>
- Huanca, R. H. (2022). *Estudio de los efectos del polvo en deposición sobre módulos fotovoltaicos y sistemas fotovoltaicos híbridos. (Tesis de maestría)* (Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú. Recuperado de <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/02b5ef42-427d-485c-85f1-94b897ed7eaf>
- Kamalvand, G. M. (2019). *Evaluación técnica y económica de un sistema solar fotovoltaico para un complejo deportivo. (Tesis de pregrado)* (Universidad Tecnológica del Perú). Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú. Recuperado de <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/2729?show=full>
- Lagos, F. V. (2015). *Sistema Fotovoltaico para el ahorro de energía eléctrica en el servicio de alumbrado general de Condominios. (Tesis de maestría)* (Universidad Nacional del Centro del Perú). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú. Recuperado de <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/3926?show=full>

- MIDUVI. (2020). *Norma Ecuatoriana de la Construcción*. Quito: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. Recuperado de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2020/07/NEC-HS-ER-Energías-Renovables.pdf>
- Neto, J. A. (2017). *Análise da potência elétrica fornecida por um sistema fotovoltaico conectado à rede a partir da comparação entre o seu modelo teórico e medições realizadas. (Tesis de grado)*. Universidade Federal do Parána, Belem, Brazil.
- Neyra, L., & Bazán, E. (2020). *Estimación del Potencial de Energía Empleando Minería de Datos para el Diseño de un Sistema Fotovoltaico para el Sector San Isidro, Jaén – Perú. (Tesis de grado)* (Universidad Nacional de Jaén). Universidad Nacional de Jaén, Jaen, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/216>
- Orbegozo, C., & Arivilca, R. (2010). *Energía solar fotovoltaica. Manual técnico para instalaciones domiciliarias*. Lima: Green Energy. Recuperado de https://issuu.com/sinapsisarcar/docs/energ_a_solar_fotovoltaica__manual
- Orosco, D. R. (2013). *Ubicación de los sistemas fotovoltaicos conectados a la red en el mercado eléctrico peruano. (Tesis de grado)* (Universidad Nacional de Ingeniería). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. Recuperado de <https://repositorio.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/892?mode=full>
- Proyecto EnDev/GIZ. (2013). *Manual de instalación de un sistema fotovoltaico domiciliario*. Lima: EnDev - SENCICO. Recuperado de https://energypedia.info/images/0/0b/Guía_de_instalación_de_SFD_-_2013.pdf
- Ramos, E. M. (2019). *Comparación técnico económica de sistemas de generación fotovoltaicos conectados a la red de baja tensión en las ciudades de Lima, Arequipa y Tacna. (Tesis de grado)* (Universidad Nacional de Ingeniería). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. Recuperado de <https://repositorio.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/18230?mode=full>
- Resendiz, J. (2018). Dimensionamiento y ejecución de un sistema fotovoltaico interconectado en la Universidad Tecnológica de San Juan del Río , potencia nominal: 79 . 20 kWp Dimensioning and execution of a photovoltaic system interconnected at. *Revista de Energías Renovables*, 2(6), 1–16. Recuperado de



https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Energias_Renovables/vol2num6/Revista_de_Energias_Renovables_V2_N6_1.pdf

Segui, P. (2023). *Energía solar térmica*. Valencia: OVACEN. Recuperado de [https://ovacen.com/energias-renovables/solar/termica/#:~:text=La tecnología solar térmica se,térmicas\) más un depósito acumulador.](https://ovacen.com/energias-renovables/solar/termica/#:~:text=La tecnología solar térmica se,térmicas) más un depósito acumulador.)

Tecnosol. (2019). *Características eléctricas de los paneles solares*. Albacete: Tecnología Solar e Hidráulica S.L.

Teles, M. (2017). *Avaliação operacional das diferentes arquiteturas de interligação de geradores fotovoltaicos à rede elétrica. (Tesis de maestría)* (Universidade Federal do Pará). Universidade Federal do Pará, Belem, Brazil. Recuperado de https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFPA_470df010433d72b6adc1e23010c76c21

Torres, I. D. (2015). *Proyecto de una central solar fotovoltaica de 20 MW. (Tesis de grado)* (Universidad Nacional de Ingeniería). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.14076/2530>

Torres, J., & Condori, J. (2019). *Análisis y evaluación del sistema fotovoltaico con inyección a la red de 3kW en el pabellón administrativo de la UNAJ. (Tesis de grado)* (Universidad Nacional de Juliaca). Universidad Nacional de Juliaca, Juliaca, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unaj.edu.pe:8080/handle/UNAJ/45>

Uscuilca, O. C. (2016). *Aprovechamiento de energia solar termica y fotovoltaica en conexion a la red de distribucion electrica para uso eficiente de energia en viviendas. (Tesis de maestría)* (Universidad Nacional del Centro del Perú). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú. Recuperado de <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/3933?show=full>

Van-Dall, K., & Correa, N. (2015). *Análise do desempenho de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica em Curitiba. (Tesis de grado)* (Universidade Tecnológica Federal do Paraná). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Brazil. Recuperado de https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10094/1/CT_COELE_2015_2_04.pdf



ANEXOS

Anexo 1. Interpretación de las formas de las curvas I-V

C.1 General

Varios factores pueden influir en la forma de una curva IV. La Figura C.1 ilustra los principales tipos de desviación que pueden ocurrir. Estas variaciones en la forma de la curva pueden ocurrir individualmente o en combinación.

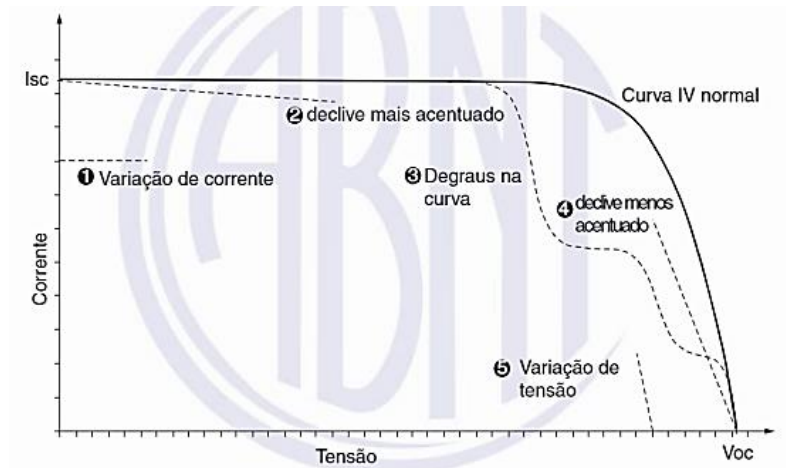


Figura C.1-Variaciones en la forma de la curva IV

C.1

Cuando se observan desviaciones, se recomienda verificar que la diferencia de forma entre la curva medida y la predicha no haya ocurrido debido a errores de medición, problemas de la configuración de los instrumentos o los datos de los módulos/conjunto PV se informaron incorrectamente al probador de curvas IV.

C.2 Variación 1 - Variación de corriente.

Varios factores pueden ser responsables de la diferencia entre la corriente esperada y la corriente medida, como se ejemplifica en C.2.1 a C.2.3.

C.2.1 Causas debidas al campo fotovoltaico

- el campo fotovoltaico está sucio u obstruido (nieve, hielo, etc.);
- los módulos fotovoltaicos están degradados

C.2.2 Causas por modelado

- datos del módulo provistos incorrectamente;
- número de series fotovoltaicas en paralelo introducido incorrectamente.

C.2.3 Causas de medición

- problema de calibración o medición del sensor de irradiancia;
- sensor de irradiancia no montado en el plano del arreglo fotovoltaico;

- c) la irradiancia cambió entre la medición de la irradiancia y la medición de la curva IV.

Si bien la variación ejemplificada en la Figura C.1 muestra la corriente medida inferior a la predicha, también es posible verificar un valor medido por encima del predicho por la curva del modelo IV,

C.3 Variación 2 - Pendiente más pronunciada

Una variación de la pendiente en la parte superior de la curva IV probablemente se deba a dos causas:

- a) caminos de derivación en las celdas fotovoltaicas.
- b) desajuste de los módulos I_{sc} .

La corriente de derivación es cualquier corriente que pasa a través de la celda fotovoltaica, generalmente debido a defectos localizados en la celda o en las interconexiones entre celdas. La corriente de derivación puede causar puntos de acceso localizados que también pueden identificarse mediante pruebas de cámaras IR.

Las diferencias de I_{sc} entre los módulos en una matriz fotovoltaica pueden ocurrir debido a discrepancias de fabricación o ciertas situaciones de sombreado. Si bien un sombreado más significativo provoca escalones en la curva IV, un sombreado más pequeño en algunos módulos de un conjunto fotovoltaico puede causar este efecto.

C.4 Variación 3 - Pasos en la curva

Los pasos en la curva IV son signos de desajuste entre diferentes áreas del conjunto o módulo fotovoltaico bajo prueba. La desviación de la curva indica que los diodos de derivación están conduciendo y que se está desviando algo de corriente de la serie de celdas protegidas por el diodo (esta serie no puede pasar la misma corriente que otras series). Esto puede deberse a varios factores, entre ellos:

- a) el conjunto fotovoltaico o el módulo parcialmente sombreado;
- b) celda/módulo fotovoltaico dañado (a);
- c) diodo de derivación en corto circuito.

NOTA El sombreado parcial de una sola celda en un módulo puede causar una muesca en la curva.

C.5 Variación 4 - Pendiente menos pronunciada

La pendiente de la parte final de la curva IV entre el punto de máxima potencia de tensión (V_{oc}) está influenciada por la resistencia serie del circuito a probar. Un aumento en esta resistencia reducirá la pendiente de la curva en esta porción

Las posibles causas del aumento en la resistencia en serie incluyen:

- a) daño o falla en el cableado del campo fotovoltaico (o cables insuficientemente dimensionados);

- b) fallas en las interconexiones de los módulos o arreglos fotovoltaicos (malas conexiones);
- c) aumentar la resistencia en serie del módulo

Al probar conjuntos fotovoltaicos con cables largos, la resistencia de estos cables influirá en la forma de la curva y puede tener un impacto en la curva, como se describe aquí. Si se sospecha esto, se puede ajustar el modelo para adaptarse a esta resistencia adicional de los cables o se puede repetir la prueba cerca del conjunto fotovoltaico (evitando los cables largos).

Cuando se nota este error en una curva, se recomienda prestar especial atención a la calidad del cableado y las interconexiones dentro del circuito del conjunto fotovoltaico. Este error podría indicar una falla importante en el cableado o un daño o corrosión posterior del circuito del conjunto de elementos fotovoltaicos.

Puede ocurrir un aumento en la resistencia en serie del módulo debido a fallas de alta resistencia en las interconexiones entre las celdas o dentro de la caja de conexiones del módulo (debido a la degradación, corrosión o error de fabricación).

Variación 5 - Variación de voltaje de circuito abierto

Las posibles causas de un voltaje reducido/alto incluyen:

- a) número incorrecto de módulos en la serie fotovoltaica
- b) temperatura de celda diferente a la utilizada en el modelo;
- c) sombreado significativo y uniforme en toda la celda/módulo/serie fotovoltaica;
- d) diodo de derivación corta/conducción total.

Como la temperatura de la celda afecta el voltaje del módulo fotovoltaico, una disparidad entre la temperatura real de la celda y la medida (o supuesta) por el probador de curva IV causará este defecto de forma. En tales casos, se recomienda realizar una verificación del método de medición de la temperatura de la celda antes de continuar (p. ej., verificar que el sensor de temperatura aún esté conectado al módulo).

Anexo 2. Obtención de la potencia nominal de un arreglo fotovoltaico a través de la curva $P_{c.c.} (25^{\circ}\text{C}) \times G_c$. $P_{c.c.} (25^{\circ}\text{C}) = 1 + \gamma (T_c - 25)$

D.1 Procedimiento de prueba

Durante al menos un día de operación normal en el campo, la potencia de corriente continua en la entrada del inversor (P_{ec}) debe medirse con un vatímetro en intervalos de al menos un minuto. Al mismo tiempo, la irradiancia total característica (G_c) debe medirse con una celda fotovoltaica o un módulo fotovoltaico de referencia calibrado (o) y la temperatura de la celda (T_c) con un módulo fotovoltaico de referencia calibrado o un sensor de temperatura adecuado.

Las mediciones deben realizarse en períodos claros

D.2 Cálculo de la potencia nominal

Los valores de potencia de corriente continua medidos deben corregirse para la condición de temperatura estándar (25°C) con la Ecuación D.1, si es posible, luego grafique un $P_{c.c.} (25^{\circ}\text{C}) \times G_c$ curva. como se muestra en la Figura D.1. En él se pueden identificar tres regiones distintas: 1 - corresponde a la desviación del comportamiento lineal provocada por el seguimiento del punto de máxima potencia y por el comportamiento no lineal de la generación en condiciones de baja irradiancia; 2 - parte lineal de la curva, que debe utilizarse para estimar la potencia nominal; y 3- restricción impuesta por la potencia máxima de trabajo del inversor,

$$p_{c.c.(25^{\circ})} = \frac{P_{c.c.(\text{medido})}}{1 + \gamma(tc - 25)}$$

Donde γ es el coeficiente de potencia térmica del conjunto fotovoltaico, expresado en porcentaje por grados Celsius ($\%/^{\circ}\text{C}$).

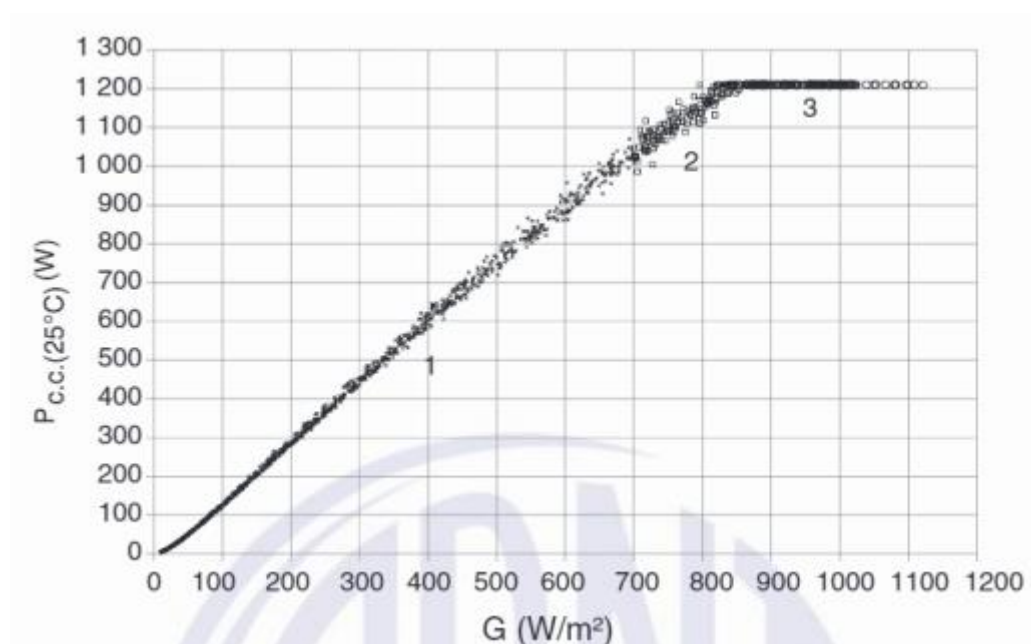


Figura D.1 - Ejemplo de curva $P_{c.c.} (25^{\circ}\text{C}) \times G_c$ de un campo FV de 1,5 kWp



Finalmente, la potencia nominal del campo FV (PNA) debe calcularse a partir de la Ecuación D.2.

es el número de mediciones en la parte lineal de la curva Pc.c. (25°C) x Gc

GSTC es la irradiación en condiciones de prueba estándar, que corresponde a 1000 W/m².

Solo se deben considerar valores superiores a 700 W/m² (fuera de la región 1), por debajo del punto de restricción de potencia máxima de trabajo del inversor (fuera de la región 3), y que no presenten ningún tipo de anomalía.

NOTA Es interesante notar que el resultado es una aproximación, ya que la potencia medida con el vatímetro está influenciada por las eficiencias de la instalación eléctrica en corriente continua y el monitoreo del punto de máxima potencia. Si ambos son bastante altos en prácticamente cualquier nivel de irradiación en la región lineal (región 2) de la Pc.c. (25°C) x Gc. el valor de potencia nominal obtenido es suficientemente preciso ($\pm 5\%$). En sistemas modernos y bien diseñados, normalmente se cumple la condición de alta eficiencia de instalación eléctrica de corriente continua y monitoreo del punto de máxima potencia (para la región de la curva

Pc.c. (25°C) x GC considerada

Anexo 3. Cálculo de la energía inyectada.

G.1 Procedimiento de cálculo

La energía inyectada a la red en un año típico (Er. año) debe calcularse a partir de las Ecuaciones G.1. G.2. G.3 y G.4.

$$T_c(i) = T_a(i) + \frac{G(i)}{800} (TNOC - 20) \quad (G.1)$$

$$p_{c.c.teo(ajustado)}(i) = Cp_{c.c.}PN \frac{G(i)}{1000} [1 + \gamma(T_c(i) - 25)] \left[1 + c \ln \left(\frac{G(i)}{1000} \right) \right] \quad (G.2)$$

$$p_{c.a.teo(ajustado)}(i) = CP_{ca}P_{NI} \left[\frac{-(K_1+1) + \sqrt{(K_1+1)^2 - 4K_2 \left(K_2 - \frac{p_{c.c.teo(ajustado)}(i)}{P_{NI}} \right)}}{2K_2} \right] \quad (G.3)$$

$$E_{Rteo}(i) = \sum_{i=1}^n p_{c.a.teo(sjustado)}(i) * \Delta t \quad (G.4)$$

Δt : el período de integración: es el enésimo valor medido;

T_a : es la temperatura ambiente:

$TNOC$: es la temperatura nominal de funcionamiento de los módulos que componen el sistema fotovoltaico (dada por el fabricante del módulo) en "C:

P_N : es la potencia nominal del sistema fotovoltaico:

G : es la irradiancia total en el plano del fotovoltaico

γ : es el coeficiente de variación de la potencia con la temperatura, expresado en porcentaje en grados Celsius (%/°C):

T_c : es la temperatura de la celda:

C : es un coeficiente que describe la reducción de la eficiencia de los módulos al reducir la irradiancia incidente;

N : el número total de mediciones,

PNI : es potencia nominal

NOTA El valor de c se deriva de la relación entre las eficiencias del módulo a 200 W/m² y 1000 W/ m² La eficiencia de los módulos, en relación a la irradiancia, presenta una curva que puede ser modelada por una ecuación logarítmica de la forma $n = 1 + c \ln \left(\frac{G}{1000} \right)$, donde la ecuación se ajusta a la curva de eficiencia de un determinado modelo de módulo. Para los módulos de silicio cristalino, esta relación de eficiencia suele ser $1200 / 1000 = 0,95$, lo que corresponde a $c = 0,031$

Anexo 4. Ficha técnica del módulo TP660P270W

TP660P

Polycrystalline Solar Module 60 Cell Series



KEY FEATURES

275W

Highest power output

10 years

Material & workmanship warranty

PID Free

Certified by TUV Rheinland

25 years

Linear power output warranty

- Positive power tolerance: 0-+3%
- Robust design: Certified to withstand up to 2400 Pa wind load and up to 5400 Pa snow load
- Proved high reliability built on dozens of projects
- Four busbar cell: Improve the efficiency of modules

QUALITY WARRANTY

TALESUN guarantees that defects will not appear in materials and workmanship defined by IEC61215, IEC61730 and UL1703 under normal installation, use and maintenance as specified in Talesun's installation manual for 10 years from the warranty starting date.



ABOUT TALESUN

Suzhou Talesun Solar Technologies Co., Ltd. is one of the world's largest integrated PV manufacturers. Its standard and high-efficiency product offerings are among the most powerful and cost-effective in the industry. With over 6 GW of modules installed globally, we are a leading solar energy company built upon proven product reliability and sustainable performance.

PERFORMANCE WARRANTY

Polycrystalline Solar Cell Modules

- a) During the first year, TALESUN guarantees the nominal power output of the product will be no less than 97.5% of the labeled power output.
- b) From year 2 to year 24, the nominal power decline will be no more than 0.7% in each year; by the end of year 25, the nominal power output will be no less than 80.7% of the labeled power output.

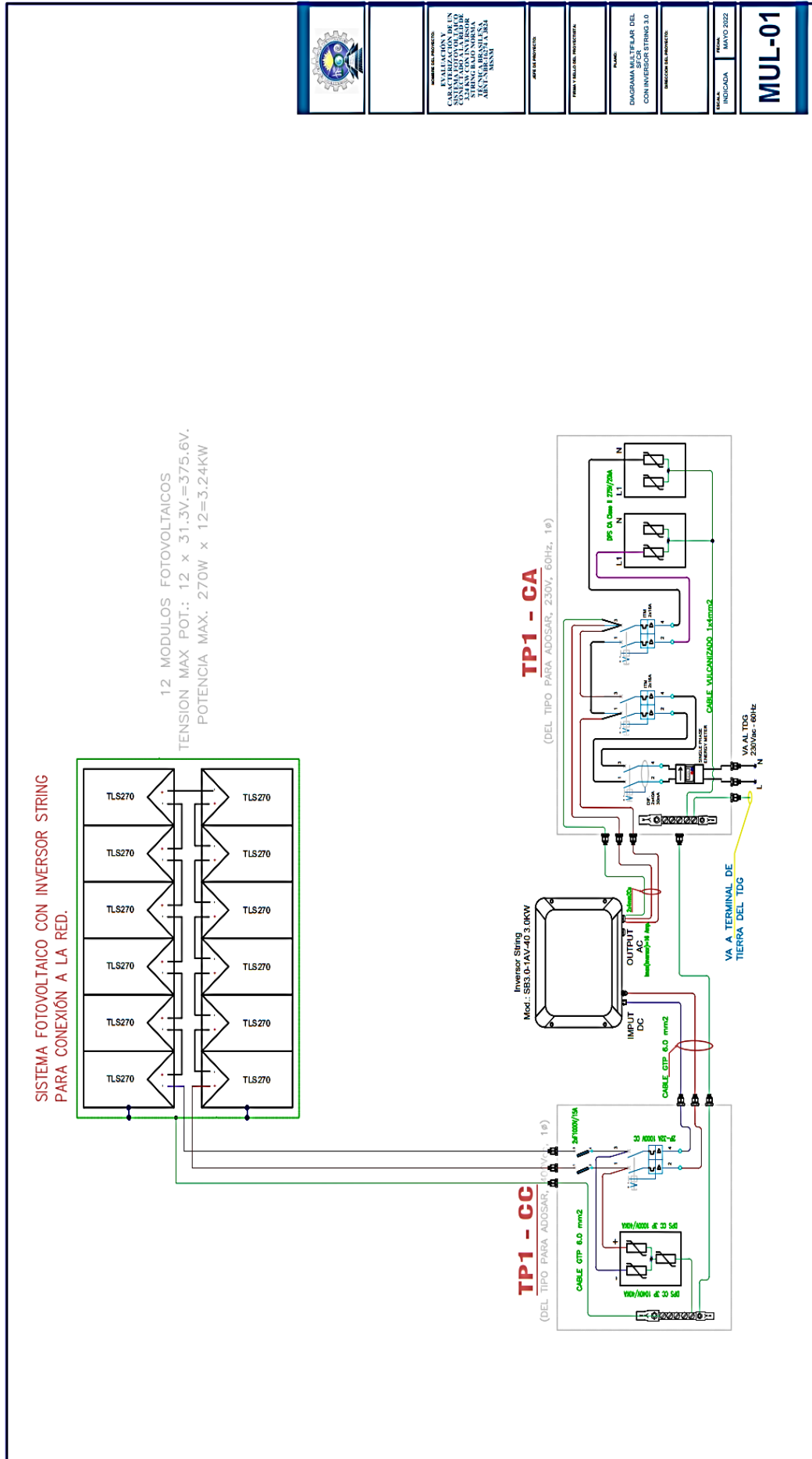
Anexo 5. Ficha técnica del inversor sunny bot 3.0.

SUNNY BOY 3.0 / 3.6 / 4.0 / 5.0 / 6.0 con SMA SMART CONNECTED



Datos técnicos	Sunny Boy 3.0	Sunny Boy 3.6	Sunny Boy 4.0	Sunny Boy 5.0	Sunny Boy 6.0
Entrada (CC)					
Potencia máx. del generador fotovoltaico	5500 Wp	5500 Wp	7500 Wp	7500 Wp	9000 Wp
Tensión de entrada máx.	600 V				
Rango de tensión del MPP	De 110 V a 500 V	De 130 V a 500 V	De 140 V a 500 V	De 175 V a 500 V	De 210 V a 500 V
Tensión asignada de entrada	365 V				
Tensión de entrada mín./de inicio	100 V/125 V				
Corriente máx. de entrada, entradas: A/B	15 A/15 A				
Corriente máx. de entrada por string, entradas: A / B	15 A/15 A				
Número de entradas de MPP independientes/Strings por entrada de MPP	2/A:2; B:2				
Salida (CA)					
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	3000 W	3680 W	4000 W	5000 W ¹⁾	6000 W
Potencia máx. aparente de CA	3000 VA	3680 VA	4000 VA	5000 VA ¹⁾	6000 VA
Tensión nominal de CA/Rango	220 V, 230 V, 240 V/De 180 V a 280 V				
Frecuencia de red de CA/Rango	50 Hz, 60 Hz/De -5 Hz a +5 Hz				
Frecuencia asignada de red/Tensión asignada de red	50 Hz/230 V				
Corriente máx. de salida	16 A	16 A	22 A ²⁾	22 A ²⁾	26,1 A
Factor de potencia a potencia asignada	1				
Factor de desfase ajustable	0,8 inductivo a 0,8 capacitivo				
Fases de inyección/conexión	1/1				
Rendimiento					
Rendimiento máx./europeo Rendimiento	97,0%/96,4 %	97,0%/96,5 %	97,0%/96,5 %	97,0%/96,5 %	97,0%/96,6 %
Dispositivos de protección					
Punto de desconexión en el lado de entrada	●				
Monitorización de toma a tierra/de red	● / ●				
Protección contra polarización inversa de CC/Resistencia al cortocircuito de CA/con separación galvánica	● / ● / -				
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal	●				
Clase de protección (según IEC 61140)/Categoría de sobretensión (según IEC 60664-1)	I/III				
Datos generales					
Dimensiones (ancho/alto/fondo)	435 mm/470 mm/176 mm (17,1 in/18,5 in/6,9 in)				
Peso	17,5 kg (38,5 lb)				
Rango de temperatura de funcionamiento	De -25 °C a +60 °C (de -13 °F a +140 °F)				
Emisión sonora, típica	25 dB(A)				
Autoconsumo (nocturno)	5,0 W				
Topología	Sin transformador				
Sistema de refrigeración	Convección				
Tipo de protección (según IEC 60529)	IP65				
Clase climática (según IEC 60721-3-4)	4K4H				
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)	100 %				
Equipamiento					
Conexión de CC/CA	SUNCLIX/Conector de enchufe de CA				
Visualización a través de teléfono inteligente, tableta o portátil	●				
Interfaces: WLAN, Speedwire/Webconnect	● / ● / ●				
Protocolos de comunicación	Modbus (SMA, Sunspec), Webconnect, SMA Data, TS4-R				
Gestión de las sombras: OptiTrac Global Peak	● / ○				
Garantía: 5/10/15 años	● / ○ / ○				
Certificados y autorizaciones (otras a petición)	AS 4777.2, C10/11, CE, CEI 0-21, EN 50438, G59/3-4, G83/2-1, DIN EN 62109 / IEC 62109, NEN-EN50438, IEC-EN50438, NT_Ley20.571, ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712 & TOR D4, PPDS, PPC, RD1699, TR3.2.1, UTE C15-712, VDE-AR-N 4105, VDE0126-1-1, VFR 2014				
Certificados y autorizaciones (en planificación)	DEWA, IEC 61727, IEC 62116, MEA, NBR16149, PEA, SI4777, TR3.2.2				
Disponibilidad de SMA Smart Connected en los países	AU, AT, BE, CH, DE, ES, FR, IT, LU, NL, UK				

Anexo 6. Diagrama multifilar del sistema fotovoltaico de 3.24kw.



Anexo 8. Tabla de datos de evaluación del PR de cada mes.

Día	Vac media (V)	Temp. ambiente media (°C)	Temp. módulo media (°C)	Irradiancia incidente (kWh)	Energía DC (kWh)	Energía AC (kWh)	Yr (kWh•kWp- 1•día-1)	Ya (kWh•kWp- 1•día-1)	Yf (kWh•kWp- 1•día-1)	Pérdidas de Captura (kWh)	Pérdida BOS (kWh)	Performance Ratio (%)	PR STC	PR STC2	nA	nf	nBOS	Set-21	
																		222.40	16.93
1	220.39	16.48	31.97	8.31	22.09	21.31	8.31	6.90	6.66	1.41	0.24	80.11%	77.68%	71.90%	14.63%	14.11%	96.48%		
2	220.72	18.70	33.46	8.43	21.67	20.90	8.43	6.77	6.53	1.65	0.24	77.52%	74.68%	69.06%	14.16%	13.66%	96.44%		
3	220.38	18.44	29.60	8.07	20.73	19.98	8.07	6.48	6.24	1.59	0.24	77.42%	75.85%	70.53%	14.15%	13.64%	96.37%		
4	220.76	18.47	32.00	8.06	20.76	20.05	8.06	6.49	6.26	1.58	0.22	77.67%	75.30%	69.66%	14.17%	13.68%	96.56%		
5	222.73	17.02	27.97	6.51	17.20	16.57	6.51	5.38	5.18	1.14	0.20	79.52%	78.47%	72.17%	14.54%	14.01%	96.33%		
6	222.02	15.91	29.69	7.57	19.40	18.66	7.57	6.06	5.83	1.50	0.23	77.08%	75.49%	70.06%	14.12%	13.58%	96.20%		
7	219.01	12.67	22.01	5.09	13.86	13.22	5.09	4.33	4.13	0.75	0.20	81.21%	82.32%	75.93%	15.01%	14.31%	95.33%		
8	221.38	17.12	33.31	7.98	21.62	20.83	7.98	6.76	6.51	1.22	0.25	81.58%	78.64%	71.94%	14.92%	14.37%	96.36%		
9	218.81	13.43	24.67	5.11	14.94	14.29	5.11	4.67	4.47	0.44	0.20	87.38%	87.51%	77.60%	16.09%	15.39%	95.66%		
10	220.12	18.15	32.26	7.07	18.97	18.31	7.07	5.93	5.72	1.14	0.21	80.88%	78.32%	71.58%	14.77%	14.25%	96.50%		
11	220.33	16.51	29.10	6.63	17.73	16.99	6.63	5.54	5.31	1.09	0.23	80.11%	78.66%	71.48%	14.73%	14.11%	95.83%		
12	224.09	15.70	31.17	7.85	21.85	21.06	7.85	6.83	6.58	1.02	0.25	83.87%	81.61%	74.98%	15.33%	14.78%	96.37%		
13	221.77	17.61	33.60	7.79	21.68	20.94	7.79	6.78	6.54	1.02	0.23	83.99%	80.86%	73.69%	15.32%	14.80%	96.57%		
14	221.52	19.20	35.86	8.05	22.07	21.30	8.05	6.90	6.66	1.16	0.24	82.64%	78.79%	71.93%	15.09%	14.56%	96.50%		
15	219.02	13.58	24.35	5.22	14.43	13.78	5.22	4.51	4.30	0.71	0.20	82.52%	82.76%	76.49%	15.22%	14.54%	95.49%		
16	224.02	17.19	31.31	7.16	20.25	19.20	7.16	6.33	6.00	0.84	0.33	83.73%	81.42%	74.13%	15.56%	14.75%	94.79%		
17	229.19	17.31	32.82	6.19	18.06	16.05	6.19	5.65	5.01	0.55	0.63	80.98%	78.22%	71.12%	16.06%	14.27%	88.82%		
18	221.07	17.98	12.89	7.23	19.86	18.97	7.23	6.21	5.93	1.02	0.28	82.05%	86.78%	83.14%	15.13%	14.46%	95.53%		
19	223.44	17.65	32.16	7.41	20.36	19.61	7.41	6.36	6.13	1.04	0.24	82.75%	80.16%	73.45%	15.14%	14.58%	96.30%		
20	221.89	14.60	27.69	6.93	19.23	18.45	6.93	6.01	5.76	0.92	0.24	83.19%	82.19%	73.57%	15.28%	14.66%	95.93%		
21	220.23	14.19	24.97	5.81	16.79	16.12	5.81	5.25	5.04	0.57	0.21	86.62%	86.63%	78.15%	15.89%	15.26%	96.02%		
22	238.76	19.22	27.97	5.15	15.54	13.49	5.15	4.86	4.21	0.29	0.64	81.89%	80.81%	75.06%	16.63%	14.43%	86.77%		
23	228.53	15.51	28.41	7.22	20.16	18.67	7.22	6.30	5.83	0.92	0.47	80.80%	79.58%	72.82%	15.37%	14.24%	92.61%		
24	220.87	18.41	35.13	8.26	22.23	21.40	8.26	6.95	6.69	1.32	0.26	80.95%	77.42%	71.72%	14.81%	14.26%	96.28%		
25	221.46	16.81	28.10	7.20	19.70	18.90	7.20	6.16	5.91	1.04	0.25	82.01%	80.88%	74.90%	15.06%	14.45%	95.93%		
26	223.57	18.74	31.23	7.19	19.42	18.70	7.19	6.07	5.84	1.12	0.23	81.28%	79.06%	72.49%	14.87%	14.32%	96.26%		
27	221.98	18.76	32.53	7.96	21.61	20.86	7.96	6.75	6.52	1.20	0.24	81.93%	79.25%	73.34%	14.96%	14.43%	96.50%		
28	222.27	19.07	32.32	8.78	23.79	22.93	8.78	7.43	7.17	1.35	0.27	81.58%	78.98%	72.67%	14.91%	14.37%	96.41%		
29	221.47	17.33	27.88	8.66	23.76	22.92	8.66	7.43	7.16	1.24	0.26	82.70%	81.64%	75.64%	15.10%	14.57%	96.47%		
30	220.05	16.03	28.91	6.89	18.66	17.90	6.89	5.83	5.59	1.06	0.24	81.16%	79.76%	71.72%	14.90%	14.30%	95.95%		

Oct-21

Día	Vac media (V)	Temp. ambiente media (°C)	Temp. módulo media (°C)	Irradiancia incidente (kWh)	Energía DC (kWh)	Energía AC (kWh)	Yr (kWh•kWp-1•día-1)	Ya (kWh•kWp-1•día-1)	Yf (kWh•kWp-1•día-1)	Pérdidas de Captura (kWh)	Pérdida BOS (kWh)	Performance Ratio (%)	PR STC	PR STC2	nA	nf	nBOS
1	232.18	15.42	23.91	4.02	11.41	9.56	4.02	3.56	2.99	0.46	0.58	74.34%	74.71%	69.22%	15.62%	13.10%	83.84%
2	228.21	16.24	28.45	5.81	17.12	15.37	5.81	5.35	4.80	0.46	0.55	82.67%	81.41%	73.63%	16.23%	14.56%	89.74%
3	224.33	20.48	35.34	8.65	23.05	22.21	8.65	7.20	6.94	1.45	0.26	80.21%	76.64%	70.59%	14.66%	14.13%	96.38%
4	222.10	18.30	33.20	8.44	22.95	22.09	8.44	7.17	6.90	1.27	0.27	81.79%	78.88%	72.33%	14.97%	14.41%	96.27%
5	219.26	12.74	22.03	4.33	13.95	13.34	4.33	4.36	4.17	-0.03	0.19	96.31%	97.61%	86.02%	17.75%	16.97%	95.60%
6	219.90	12.43	23.89	4.98	13.82	13.20	4.98	4.32	4.12	0.66	0.20	82.83%	83.25%	74.77%	15.29%	14.59%	95.47%
7	222.48	13.83	27.12	8.67	17.46	16.39	8.67	5.46	5.12	3.22	0.33	59.05%	58.49%	75.30%	11.08%	10.40%	93.87%
8	220.21	17.80	33.22	6.73	18.03	17.34	6.73	5.63	5.42	1.09	0.22	80.52%	77.65%	70.67%	14.75%	14.19%	96.17%
9	224.24	16.78	29.69	6.80	19.60	18.59	6.80	6.13	5.81	0.68	0.32	85.40%	83.63%	75.36%	15.87%	15.04%	94.83%
10	223.56	19.77	35.13	7.48	20.44	19.64	7.48	6.39	6.14	1.09	0.25	82.06%	78.48%	70.81%	15.05%	14.46%	96.09%
11	234.24	18.96	32.83	7.28	21.50	19.28	7.28	6.72	6.02	0.56	0.70	82.76%	79.95%	73.08%	16.27%	14.58%	89.64%
12	236.16	19.59	34.73	7.26	21.15	18.88	7.26	6.61	5.90	0.65	0.71	81.31%	77.90%	70.95%	16.04%	14.32%	89.29%
13	236.97	18.16	32.11	6.31	18.31	16.28	6.31	5.72	5.09	0.59	0.63	80.63%	78.13%	69.68%	15.97%	14.20%	88.94%
14	225.93	18.11	32.88	7.30	20.90	19.54	7.30	6.53	6.11	0.77	0.42	83.68%	80.82%	74.09%	15.77%	14.74%	93.51%
15	220.86	20.43	37.35	8.43	23.37	22.35	8.43	7.30	6.99	1.13	0.32	82.87%	78.51%	71.42%	15.26%	14.60%	95.66%
16	221.86	19.52	35.05	7.91	21.64	20.80	7.91	6.76	6.50	1.15	0.26	82.20%	78.65%	72.79%	15.07%	14.48%	96.12%
17	223.78	21.44	38.08	8.67	23.61	22.66	8.67	7.38	7.08	1.29	0.30	81.67%	77.13%	70.02%	14.99%	14.39%	95.99%
18	222.73	21.21	38.81	8.57	23.31	22.37	8.57	7.28	6.99	1.29	0.29	81.54%	76.77%	69.68%	14.97%	14.37%	95.98%
19	221.50	20.92	37.75	8.32	22.87	22.01	8.32	7.15	6.88	1.18	0.27	82.65%	78.17%	70.88%	15.13%	14.56%	96.26%
20	221.02	20.25	35.63	7.71	21.40	20.57	7.71	6.69	6.43	1.02	0.26	83.42%	79.61%	71.81%	15.28%	14.70%	96.16%
21	226.02	18.41	33.73	7.72	21.82	20.14	7.72	6.82	6.29	0.90	0.52	81.55%	78.46%	71.49%	15.56%	14.37%	92.31%
22	220.66	21.18	34.28	8.19	22.36	21.47	8.19	6.99	6.71	1.20	0.28	81.97%	78.68%	71.86%	15.04%	14.44%	96.01%
23	225.25	20.70	36.37	7.58	21.21	20.03	7.58	6.63	6.26	0.95	0.37	82.63%	78.61%	70.87%	15.41%	14.56%	94.44%
24	219.20	19.62	34.93	8.21	7.40	6.67	8.21	2.31	2.09	5.90	0.23	25.38%	24.30%	22.12%	4.96%	4.47%	90.12%
25	228.85	18.52	34.39	7.06	20.64	18.94	7.06	6.45	5.92	0.61	0.53	83.82%	80.42%	72.51%	16.09%	14.77%	91.75%
26	220.92	17.10	28.35	7.06	19.57	18.72	7.06	6.11	5.85	0.95	0.26	82.88%	81.65%	73.72%	15.26%	14.60%	95.69%
27	220.40	19.00	30.84	7.63	20.79	19.93	7.63	6.50	6.23	1.13	0.27	81.65%	79.55%	72.30%	15.01%	14.38%	95.86%
28	219.88	20.22	32.53	7.59	18.18	17.34	7.59	5.68	5.42	1.91	0.26	71.42%	69.08%	62.39%	13.19%	12.58%	95.40%
29	219.68	18.41	29.40	7.10	19.52	18.69	7.10	6.10	5.84	1.00	0.26	82.23%	80.63%	73.21%	15.13%	14.49%	95.76%
30	221.58	17.76	31.03	7.04	19.82	18.92	7.04	6.19	5.91	0.84	0.28	84.02%	81.80%	73.10%	15.50%	14.80%	95.48%
31	223.81	16.87	29.20	6.40	18.12	17.33	6.40	5.66	5.42	0.73	0.25	84.66%	83.09%	73.09%	15.60%	14.92%	95.63%
	224.12	18.39	32.33	225.24	605.31	570.67	225.24	189.16	178.34	36.08	10.82	79.68%	77.18%	70.64%	14.93%	14.04%	94.01%

Nov-21																	
Día	Vac media (V)	Temp. ambiente media (°C)	Temp. módulo media (°C)	Irradiancia incidente (kWh)	Energía DC (kWh)	Energía AC (kWh)	Yr (kWh•kWp-1•día-1)	Ya (kWh•kWp-1•día-1)	Yf (kWh•kWp-1•día-1)	Pérdidas de Captura (kWh)	Pérdida BOS (kWh)	Performance Ratio (%)	PR STC	PR STC2	nA	nf	nBOS
1	225.13	19.09	33.20	7.85	21.48	20.57	7.85	6.71	6.43	1.14	0.29	81.86%	78.95%	71.77%	15.06%	14.42%	95.74%
2	224.76	18.19	31.87	7.43	20.92	20.00	7.43	6.54	6.25	0.90	0.29	84.07%	81.55%	73.60%	15.49%	14.81%	95.60%
3	222.95	18.76	32.48	7.93	21.08	20.20	7.93	6.59	6.31	1.34	0.27	79.61%	77.02%	71.03%	14.64%	14.02%	95.83%
4	220.55	15.96	26.96	6.31	18.29	17.41	6.31	5.72	5.44	0.59	0.27	86.29%	85.53%	76.14%	15.97%	15.20%	95.21%
5	220.71	20.63	34.38	7.83	21.66	20.76	7.83	6.77	6.49	1.07	0.28	82.83%	79.48%	71.89%	15.22%	14.59%	95.87%
6	221.38	20.94	35.46	8.07	22.02	21.10	8.07	6.88	6.59	1.19	0.29	81.75%	78.07%	70.79%	15.03%	14.40%	95.83%
7	219.55	17.76	28.34	5.61	5.15	4.27	5.61	1.61	1.34	4.00	0.27	23.81%	23.46%	21.64%	5.06%	4.19%	82.93%
8	219.43	21.82	39.08	7.85	14.13	13.19	7.85	4.42	4.12	3.44	0.29	52.51%	49.38%	44.44%	9.91%	9.25%	93.37%
9	220.85	20.55	37.14	7.62	21.43	20.57	7.62	6.70	6.43	0.93	0.27	84.29%	79.93%	71.72%	15.48%	14.85%	95.95%
10	220.53	19.64	37.93	8.40	22.86	21.96	8.40	7.14	6.86	1.26	0.28	81.69%	77.20%	71.27%	14.98%	14.39%	96.07%
11	219.26	19.49	34.94	6.59	18.35	17.52	6.59	5.73	5.47	0.86	0.26	83.06%	79.50%	72.05%	15.33%	14.63%	95.46%
12	219.31	15.98	28.94	5.96	17.23	16.41	5.96	5.38	5.13	0.58	0.26	86.03%	84.54%	80.07%	15.91%	15.16%	95.25%
13	219.79	18.82	35.41	6.53	18.50	17.66	6.53	5.78	5.52	0.75	0.26	84.50%	80.72%	73.07%	15.59%	14.89%	95.47%
14	223.12	18.41	34.07	7.09	19.72	18.85	7.09	6.16	5.89	0.93	0.27	83.09%	79.83%	73.43%	15.32%	14.64%	95.58%
15	220.30	17.26	31.61	5.66	16.20	15.35	5.66	5.06	4.80	0.59	0.27	84.78%	82.33%	71.46%	15.77%	14.94%	94.73%
16	219.76	17.80	31.11	6.56	18.49	17.66	6.56	5.78	5.52	0.78	0.26	84.18%	81.93%	77.81%	15.52%	14.83%	95.54%
17	218.82	17.23	30.38	5.36	15.90	15.13	5.36	4.97	4.73	0.39	0.24	88.27%	86.19%	79.62%	16.34%	15.55%	95.14%
18	219.72	20.02	35.28	7.44	20.87	19.99	7.44	6.52	6.25	0.91	0.28	84.03%	80.31%	72.74%	15.46%	14.80%	95.78%
19	220.07	19.42	35.95	8.21	22.54	21.61	8.21	7.04	6.75	1.16	0.29	82.29%	78.42%	71.13%	15.12%	14.50%	95.88%
20	218.77	17.11	37.21	5.56	15.67	14.86	5.56	4.90	4.64	0.66	0.25	83.56%	79.21%	77.30%	15.53%	14.72%	94.80%
21	219.72	20.02	35.28	7.44	20.87	19.99	7.44	6.52	6.25	0.91	0.28	84.03%	80.31%	72.74%	15.46%	14.80%	95.78%
22	219.72	20.02	35.28	7.44	20.87	19.99	7.44	6.52	6.25	0.91	0.28	84.03%	80.31%	72.74%	15.46%	14.80%	95.78%
23	218.29	16.27	26.43	6.53	18.28	17.44	6.53	5.71	5.45	0.81	0.26	83.51%	82.98%	76.71%	15.43%	14.71%	95.37%
24	219.01	15.97	27.22	4.77	14.19	13.44	4.77	4.43	4.20	0.34	0.23	88.00%	87.13%	79.16%	16.37%	15.50%	94.70%
25	220.01	17.68	34.42	6.79	19.38	18.48	6.79	6.06	5.77	0.74	0.28	85.03%	81.57%	72.39%	15.71%	14.98%	95.37%
26	218.39	11.93	21.62	3.73	11.75	10.98	3.73	3.67	3.43	0.06	0.24	91.96%	93.38%	87.74%	17.33%	16.20%	93.48%
27	218.42	12.30	23.88	4.06	12.20	11.43	4.06	3.81	3.57	0.25	0.24	87.89%	88.33%	79.53%	16.53%	15.48%	93.68%
28	223.06	17.22	32.75	6.37	18.30	17.45	6.37	5.72	5.45	0.65	0.27	85.61%	82.73%	74.32%	15.82%	15.08%	95.32%
29	220.54	16.42	31.49	6.37	16.84	16.00	6.37	5.26	5.00	1.11	0.26	78.48%	76.25%	75.54%	14.56%	13.83%	94.97%
30	219.54	17.23	31.67	5.50	16.14	15.33	5.50	5.04	4.79	0.46	0.25	87.08%	84.54%	76.09%	16.15%	15.34%	94.99%
31																	
	220.38	18.00	32.39	198.84	541.33	515.60	198.84	169.17	161.13	29.68	8.04	81.27%	78.70%	72.02%	15.05%	14.32%	94.85%

Dic-22

Día	Vac media (V)	Temp. ambiente media (°C)	Temp. módulo media (°C)	Irradiancia incidente (kWh)	Energía DC (kWh)	Energía AC (kWh)	Yr (kWh•kWp- 1•día-1)	Ya (kWh•kWp- 1•día-1)	Yf (kWh•kWp- 1•día-1)	Pérdidas de Captura (kWh)	Pérdida BOS (kWh)	Performance Ratio (%)	PR STC	PR STC2	nA	nf	nBOS
1	219.54	19.12	34.55	6.35	18.00	17.14	6.35	5.56	5.29	0.79	0.27	83.35%	79.91%	70.67%	15.62%	14.87%	95.19%
2	221.11	13.39	26.16	4.91	14.80	14.01	4.91	4.57	4.32	0.34	0.25	88.04%	87.58%	78.00%	16.60%	15.70%	94.63%
3	219.77	14.70	30.75	6.59	18.29	17.39	6.59	5.65	5.37	0.94	0.28	81.44%	79.38%	74.12%	15.28%	14.53%	95.06%
4	220.22	14.72	28.19	5.29	15.56	14.68	5.29	4.80	4.53	0.48	0.27	85.73%	84.52%	75.59%	16.21%	15.29%	94.34%
5	221.88	10.74	23.75	4.34	13.99	13.26	4.34	4.32	4.09	0.02	0.23	94.33%	94.86%	88.08%	17.76%	16.83%	94.73%
6	220.12	12.20	22.14	4.58	13.34	12.51	4.58	4.12	3.86	0.47	0.25	84.25%	85.35%	78.81%	16.02%	15.03%	93.82%
7	219.98	16.43	30.35	5.94	16.66	15.82	5.94	5.14	4.88	0.79	0.26	82.28%	80.35%	73.25%	15.45%	14.68%	94.98%
8	220.02	16.92	32.22	5.95	17.01	16.18	5.95	5.25	4.99	0.70	0.26	83.88%	81.24%	73.63%	15.73%	14.96%	95.11%
9	218.11	8.83	20.72	3.56	10.96	10.11	3.56	3.38	3.12	0.18	0.26	87.69%	89.41%	79.21%	16.95%	15.64%	92.27%
10	219.02	13.90	29.71	5.23	15.00	14.10	5.23	4.63	4.35	0.60	0.28	83.21%	81.48%	69.82%	15.80%	14.84%	93.96%
11	221.70	18.69	32.84	8.31	22.89	21.91	8.31	7.06	6.76	1.25	0.30	81.37%	78.60%	72.19%	15.16%	14.51%	95.74%
12	223.30	17.17	31.39	5.86	17.42	16.64	5.86	5.38	5.14	0.48	0.24	87.62%	85.18%	78.93%	16.36%	15.63%	95.51%
13	219.49	17.22	35.87	6.75	14.79	13.95	6.75	4.56	4.30	2.18	0.26	63.78%	60.81%	54.15%	12.06%	11.38%	94.32%
14	223.52	15.15	31.61	7.34	20.42	19.49	7.34	6.30	6.02	1.04	0.29	81.95%	79.58%	74.95%	15.31%	14.62%	95.47%
15	220.81	17.42	35.38	7.20	19.93	19.04	7.20	6.15	5.88	1.05	0.28	81.60%	77.96%	71.96%	15.24%	14.56%	95.52%
16	219.07	13.60	24.96	4.29	13.21	12.33	4.29	4.08	3.81	0.22	0.27	88.65%	88.67%	77.50%	16.94%	15.81%	93.37%
17	219.01	15.56	28.21	5.18	15.30	14.48	5.18	4.72	4.47	0.46	0.25	86.28%	85.05%	78.76%	16.26%	15.39%	94.63%
18	218.71	9.21	21.53	3.79	12.15	11.39	3.79	3.75	3.51	0.04	0.24	92.69%	94.16%	86.60%	17.64%	16.53%	93.72%
19	222.75	16.51	29.73	5.40	15.91	15.13	5.40	4.91	4.67	0.49	0.24	86.38%	84.58%	78.46%	16.21%	15.41%	95.05%
20	220.19	11.40	24.66	4.57	13.23	12.38	4.57	4.08	3.82	0.49	0.26	83.60%	83.72%	75.71%	15.94%	14.91%	93.55%
21	219.03	17.02	31.34	5.29	15.55	14.74	5.29	4.80	4.55	0.49	0.25	85.97%	83.58%	76.33%	16.18%	15.33%	94.79%
22	218.08	9.17	17.67	2.43	8.60	7.82	2.43	2.66	2.41	-0.23	0.24	99.39%	102.78%	101.53%	19.51%	17.73%	90.87%
23	220.36	18.83	37.67	7.72	21.46	20.52	7.72	6.62	6.33	1.10	0.29	81.99%	77.57%	71.14%	15.30%	14.62%	95.60%
24	220.76	16.51	30.50	5.55	15.97	15.15	5.55	4.93	4.68	0.62	0.25	84.29%	82.25%	75.16%	15.84%	15.03%	94.92%
25	222.76	16.57	31.57	6.01	17.03	16.15	6.01	5.26	4.99	0.75	0.27	82.98%	80.60%	73.22%	15.61%	14.80%	94.85%
26	221.30	10.88	18.64	3.08	10.80	10.10	3.08	3.33	3.12	-0.25	0.22	101.14%	104.12%	95.36%	19.29%	18.04%	93.52%
27	220.39	18.31	32.60	6.21	17.85	16.97	6.21	5.51	5.24	0.70	0.27	84.36%	81.57%	75.09%	15.83%	15.05%	95.03%
28	220.71	15.33	32.60	5.17	15.52	14.74	5.17	4.79	4.55	0.38	0.24	88.02%	85.11%	78.49%	16.53%	15.70%	94.97%
29	221.72	20.37	33.92	8.18	22.01	21.05	8.18	6.79	6.50	1.39	0.30	79.41%	76.35%	71.32%	14.81%	14.17%	95.62%
30	221.13	20.09	31.15	6.66	18.46	17.63	6.66	5.70	5.44	0.96	0.26	81.71%	79.51%	73.34%	15.26%	14.57%	95.49%
31	223.28	19.90	32.10	6.35	22.39	21.42	6.35	6.91	6.61	1.42	0.30	79.36%	76.90%	71.99%	14.80%	14.16%	95.66%
	220.58	15.35	29.18	174.08	504.53	478.22	176.06	155.72	147.60	20.35	8.12	85.06%	83.64%	76.56%	16.05%	15.17%	94.59%

Ene-22

Día	Vac media (V)	Temp. ambiente media (°C)	Temp. módulo media (°C)	Irradiancia incidente (kWh)	Energía DC (kWh)	Energía AC (kWh)	Yr (kWh•kWp-1•día-1)	Ya (kWh•kWp-1•día-1)	Yf (kWh•kWp-1•día-1)	Pérdidas de Captura (kWh)	Pérdida BOS (kWh)	Performance Ratio (%)	PR STC	PR STC2	nA	nf	nBOS
1	219.38	17.01	36.21	6.60	17.83	16.96	6.60	5.50	5.23	1.09	0.27	79.35%	75.54%	69.70%	14.88%	14.15%	95.14%
2	221.30	13.18	36.21	6.38	18.14	17.29	6.38	5.60	5.34	0.78	0.26	83.71%	79.69%	75.00%	15.66%	14.93%	95.36%
3	223.28	14.41	36.21	6.49	18.10	17.22	6.49	5.59	5.31	0.90	0.27	81.93%	77.99%	73.27%	15.37%	14.61%	95.09%
4	222.51	15.74	36.52	6.54	18.15	17.25	6.54	5.60	5.33	0.94	0.28	81.46%	77.45%	69.89%	15.28%	14.53%	95.07%
5	221.25	16.77	36.21	7.40	19.88	18.96	7.40	6.14	5.85	1.27	0.28	79.05%	75.26%	69.92%	14.78%	14.10%	95.40%
6	220.41	15.93	31.90	5.82	16.13	15.33	5.82	4.98	4.73	0.85	0.25	81.24%	78.79%	71.94%	15.25%	14.49%	95.03%
7	219.95	17.23	33.41	5.80	15.98	15.16	5.80	4.93	4.68	0.87	0.25	80.62%	77.68%	71.93%	15.16%	14.38%	94.87%
8	220.25	15.94	31.55	5.46	15.07	14.28	5.46	4.65	4.41	0.81	0.24	80.67%	78.36%	71.40%	15.19%	14.39%	94.74%
9	220.23	13.50	27.62	4.88	14.00	13.21	4.88	4.32	4.08	0.56	0.24	83.59%	82.62%	76.30%	15.80%	14.91%	94.36%
10	223.94	18.54	40.05	7.47	20.49	19.60	7.47	6.32	6.05	1.15	0.28	80.97%	75.83%	69.42%	15.10%	14.44%	95.64%
11	223.10	21.08	40.02	8.29	21.83	20.91	8.29	6.74	6.45	1.55	0.28	77.86%	72.93%	68.75%	14.50%	13.89%	95.80%
12	224.52	19.15	36.81	8.27	22.35	21.43	8.27	6.90	6.61	1.37	0.28	80.01%	75.97%	69.20%	14.88%	14.27%	95.91%
13	221.35	16.36	31.00	6.73	18.74	17.94	6.73	5.78	5.54	0.95	0.25	82.21%	80.05%	74.83%	15.32%	14.66%	95.71%
14	223.32	19.63	38.66	8.52	22.84	21.92	8.52	7.05	6.77	1.47	0.28	79.37%	74.77%	68.98%	14.75%	14.16%	95.97%
15	225.61	18.12	36.65	8.34	22.50	21.63	8.34	6.94	6.68	1.40	0.27	80.01%	76.02%	70.41%	14.85%	14.27%	96.13%
16	223.90	19.64	37.39	8.58	22.80	21.88	8.58	7.04	6.75	1.55	0.28	78.70%	74.54%	68.56%	14.63%	14.04%	95.98%
17	225.18	17.17	35.62	8.66	23.07	22.17	8.66	7.12	6.84	1.54	0.28	79.03%	75.42%	69.03%	14.67%	14.10%	96.09%
18	223.56	19.41	37.58	8.53	22.69	21.79	8.53	7.00	6.72	1.53	0.28	78.85%	74.62%	68.35%	14.65%	14.06%	96.03%
19	221.62	18.52	36.71	8.29	22.34	21.47	8.29	6.90	6.63	1.40	0.27	79.91%	75.91%	69.13%	14.83%	14.25%	96.10%
20	221.67	19.39	43.90	8.31	22.16	21.29	8.31	6.84	6.57	1.47	0.27	79.09%	72.89%	69.22%	14.69%	14.11%	96.05%
21	221.69	19.05	37.65	8.28	22.17	21.27	8.28	6.84	6.56	1.43	0.28	79.32%	75.05%	69.51%	14.75%	14.15%	95.93%
22	221.59	18.91	35.54	7.21	20.96	20.07	7.21	6.47	6.19	0.75	0.27	85.86%	81.97%	76.24%	15.99%	15.31%	95.77%
23	221.26	17.60	33.48	6.57	19.36	18.57	6.57	5.98	5.73	0.59	0.24	87.28%	84.08%	78.22%	16.23%	15.57%	95.90%
24	222.93	14.96	28.70	5.92	17.79	17.00	5.92	5.49	5.25	0.43	0.24	88.67%	87.22%	80.55%	16.55%	15.82%	95.58%
25	222.75	18.04	35.33	6.99	20.71	19.84	6.99	6.39	6.12	0.60	0.27	87.65%	83.75%	77.31%	16.32%	15.63%	95.82%
26	221.15	18.44	33.17	5.84	17.49	16.70	5.84	5.40	5.15	0.44	0.24	88.26%	85.13%	78.11%	16.49%	15.74%	95.47%
27	220.82	19.10	35.61	7.29	21.46	20.59	7.29	6.62	6.36	0.67	0.27	87.16%	83.19%	76.81%	16.20%	15.55%	95.95%
28	220.14	16.33	30.22	5.82	17.38	16.60	5.82	5.36	5.12	0.45	0.24	88.04%	86.02%	78.64%	16.44%	15.70%	95.51%
29	223.63	15.67	34.33	6.89	19.78	18.94	6.89	6.11	5.85	0.79	0.26	84.82%	81.41%	75.02%	15.80%	15.13%	95.73%
30	221.65	14.21	33.50	6.83	19.68	18.82	6.83	6.07	5.81	0.75	0.26	85.10%	81.96%	75.42%	15.87%	15.18%	95.64%
31	220.80	11.06	31.84	4.88	14.26	13.54	4.88	4.40	4.18	0.48	0.22	85.64%	83.08%	77.59%	16.10%	15.28%	94.91%
	222.09	17.10	35.15	217.88	606.13	579.63	217.88	187.08	178.90	30.80	8.18	82.43%	78.88%	72.86%	15.39%	14.70%	95.57%

Feb-22

Día	Vac media (V)	Temp. ambiente media (°C)	Temp. módulo media (°C)	Irradiancia incidente (kWh)	Energía DC (kWh)	Energía AC (kWh)	Yr (kWh•kWp-1•día-1)	Ya (kWh•kWp-1•día-1)	Yf (kWh•kWp-1•día-1)	Pérdidas de Captura (kWh)	Pérdida BOS (kWh)	Performance Ratio (%)	PR STC	PR STC2	nA	nf	nBOS
1	220.21	12.85	25.32	4.96	13.87	13.07	4.96	4.28	4.03	0.68	0.25	81.34%	81.23%	76.51%	15.40%	14.51%	94.21%
2	220.01	13.14	26.05	4.92	13.61	12.81	4.92	4.20	3.95	0.72	0.25	80.39%	80.01%	75.08%	15.24%	14.34%	94.12%
3	220.69	14.14	28.47	5.97	15.74	14.85	5.97	4.86	4.58	1.12	0.28	76.71%	75.53%	70.68%	14.51%	13.68%	94.32%
4	217.44	17.29	36.17	6.94	6.60	5.78	6.94	2.04	1.78	4.90	0.26	25.69%	24.46%	23.17%	5.24%	4.58%	87.45%
5	215.67	19.09	42.00	7.68	1.43	0.53	7.68	0.44	0.16	7.24	0.28	2.12%	1.97%	1.88%	1.03%	0.38%	36.92%
6	222.79	11.86	20.51	4.50	13.36	12.59	4.50	4.12	3.89	0.37	0.24	86.41%	88.19%	84.54%	16.36%	15.41%	94.23%
7	218.78	16.22	27.95	6.01	7.66	6.83	6.01	2.36	2.11	3.65	0.26	35.09%	34.63%	32.95%	7.02%	6.26%	89.20%
8	218.41	15.06	23.64	4.51	7.76	6.94	4.51	2.39	2.14	2.11	0.25	47.54%	47.83%	46.26%	9.48%	8.48%	89.46%
9	218.45	18.18	34.47	8.52	12.00	11.12	8.52	3.70	3.43	4.82	0.27	40.26%	38.61%	36.72%	7.75%	7.18%	92.66%
10	219.20	16.00	32.32	6.67	13.33	12.49	6.67	4.11	3.86	2.55	0.26	57.81%	55.97%	51.74%	11.00%	10.31%	93.71%
11	221.00	19.67	37.84	8.70	21.86	20.94	8.70	6.75	6.46	1.95	0.28	74.30%	70.25%	67.24%	13.84%	13.25%	95.79%
12	220.90	14.07	24.05	6.31	17.37	16.56	6.31	5.36	5.11	0.95	0.25	81.00%	81.35%	79.27%	15.16%	14.45%	95.33%
13	221.47	14.53	25.81	6.11	10.42	9.57	6.11	3.22	2.95	2.90	0.26	48.34%	48.16%	46.28%	9.39%	8.62%	91.86%
14	218.51	16.95	28.91	6.43	4.67	3.79	6.43	1.44	1.17	4.99	0.27	18.20%	17.88%	17.12%	4.00%	3.25%	81.21%
15	220.56	15.13	26.19	6.12	16.33	15.49	6.12	5.04	4.78	1.08	0.26	78.16%	77.75%	74.71%	14.70%	13.94%	94.83%
16	220.19	12.17	19.29	5.18	15.04	14.26	5.18	4.64	4.40	0.54	0.24	84.97%	87.21%	85.21%	15.99%	15.16%	94.78%
17	215.96	17.05	28.15	7.32	4.73	3.89	7.32	1.46	1.20	5.86	0.26	16.39%	16.16%	15.52%	3.56%	2.92%	82.12%
18	219.51	17.06	28.42	6.47	16.54	15.72	6.47	5.11	4.85	1.37	0.25	74.98%	73.84%	70.97%	14.07%	13.37%	95.03%
19	220.40	19.99	35.52	8.43	17.24	16.33	8.43	5.32	5.04	3.11	0.28	59.82%	57.11%	54.85%	11.26%	10.67%	94.76%
20	223.30	16.89	29.67	6.62	17.58	16.77	6.62	5.43	5.18	1.20	0.25	78.15%	76.54%	71.98%	14.61%	13.94%	95.42%
21	221.80	14.59	22.27	7.93	19.19	18.30	7.93	5.92	5.65	2.01	0.28	71.21%	72.09%	70.91%	13.32%	12.70%	95.35%
22	223.30	16.89	29.67	6.62	17.58	16.77	6.62	5.43	5.18	1.20	0.25	78.15%	76.54%	71.98%	14.61%	13.94%	95.42%
23	219.88	14.41	25.13	5.09	14.91	14.13	5.09	4.60	4.36	0.49	0.24	85.74%	85.69%	82.75%	16.13%	15.29%	94.79%
24	220.28	14.89	28.00	5.57	15.17	14.35	5.57	4.68	4.43	0.88	0.25	79.58%	78.52%	74.32%	15.00%	14.20%	94.62%
25	219.89	15.09	27.78	5.94	16.19	15.31	5.94	5.00	4.73	0.94	0.27	79.56%	78.58%	74.10%	15.01%	14.19%	94.57%
26	220.57	15.42	28.26	6.56	17.49	16.61	6.56	5.40	5.13	1.16	0.27	78.12%	76.99%	73.84%	14.68%	13.94%	94.96%
27	223.76	17.24	34.58	8.02	20.73	19.81	8.02	6.40	6.11	1.62	0.29	76.22%	73.08%	69.84%	14.23%	13.60%	95.52%
28	222.86	15.55	29.41	6.63	17.65	16.73	6.63	5.45	5.16	1.18	0.29	77.93%	76.41%	71.75%	14.67%	13.90%	94.75%
220.21	15.77	28.78	180.71	386.05	362.32	180.71	119.15	111.83	61.56	7.32	63.36%	62.59%	59.72%	12.04%	11.30%	90.98%	

Mar-22

Día	Vac media (V)	Temp. ambiente media (°C)	Temp. módulo media (°C)	Irradiancia incidente (kWh)	Energía DC (kWh)	Energía AC (kWh)	Yr (kWh•kWp-1•día-1)	Ya (kWh•kWp-1•día-1)	Yf (kWh•kWp-1•día-1)	Pérdidas de Captura (kWh)	Pérdida BOS (kWh)	Performance Ratio (%)	PR STC	PR STC2	nA	nf	nBOS
1	223.00	18.34	34.35	7.84	20.66	19.75	7.84	6.38	6.10	1.47	0.28	77.73%	74.59%	71.63%	14.50%	13.86%	95.61%
2	222.61	18.37	32.95	7.96	20.52	19.65	7.96	6.33	6.06	1.63	0.27	76.19%	73.56%	70.63%	14.19%	13.59%	95.77%
3	221.63	19.20	32.80	7.06	17.47	16.59	7.06	5.39	5.12	1.67	0.27	72.49%	70.04%	66.56%	13.61%	12.93%	95.00%
4	219.95	13.36	24.23	5.89	11.10	10.24	5.89	3.43	3.16	2.46	0.27	53.66%	53.85%	51.58%	10.38%	9.57%	92.23%
5	222.39	15.30	24.97	5.99	16.86	16.05	5.99	5.20	4.95	0.79	0.25	82.67%	82.68%	79.69%	15.49%	14.75%	95.19%
6	224.19	21.31	36.94	8.95	22.35	21.40	8.95	6.90	6.60	2.05	0.30	73.75%	69.99%	67.44%	13.74%	13.16%	95.72%
7	222.39	15.30	24.97	5.99	16.86	16.05	5.99	5.20	4.95	0.79	0.25	82.67%	82.68%	79.69%	15.49%	14.75%	95.19%
8	221.54	15.27	28.42	7.28	19.51	18.63	7.28	6.02	5.75	1.26	0.27	78.92%	77.72%	74.64%	14.75%	14.08%	95.46%
9	222.84	17.06	29.42	6.96	17.60	16.70	6.96	5.43	5.15	1.53	0.28	74.03%	72.59%	68.55%	13.92%	13.20%	94.88%
10	220.02	17.95	30.32	6.45	17.48	16.60	6.45	5.40	5.12	1.05	0.27	79.48%	77.62%	72.00%	14.93%	14.18%	94.95%
11	220.28	18.61	33.98	7.39	18.78	17.89	7.39	5.80	5.52	1.60	0.28	74.68%	71.78%	67.53%	13.99%	13.32%	95.25%
12	220.84	14.90	28.98	6.53	17.59	16.74	6.53	5.43	5.17	1.10	0.26	79.11%	77.72%	73.02%	14.83%	14.11%	95.16%
13	222.39	15.30	24.97	5.99	16.86	16.05	5.99	5.20	4.95	0.79	0.25	82.67%	82.68%	79.69%	15.49%	14.75%	95.19%
14	222.39	15.30	24.97	5.99	16.86	16.05	5.99	5.20	4.95	0.79	0.25	82.67%	82.68%	79.69%	15.49%	14.75%	95.19%
15	222.39	15.30	24.97	5.99	16.86	16.05	5.99	5.20	4.95	0.79	0.25	82.67%	82.68%	79.69%	15.49%	14.75%	95.19%
16	220.56	14.40	28.44	6.50	17.34	16.43	6.50	5.35	5.07	1.15	0.28	78.00%	76.81%	72.20%	14.68%	13.91%	94.78%
17	222.24	17.74	34.15	7.82	20.35	19.41	7.82	6.28	5.99	1.54	0.29	76.62%	73.59%	69.88%	14.33%	13.67%	95.39%
18	221.70	17.41	30.15	6.77	18.05	17.16	6.77	5.57	5.30	1.20	0.27	78.25%	76.48%	72.19%	14.68%	13.96%	95.09%
19	220.98	18.65	32.65	7.29	19.57	18.71	7.29	6.04	5.78	1.25	0.27	79.21%	76.58%	73.89%	14.78%	14.13%	95.60%
20	221.64	10.64	19.05	3.83	11.09	10.29	3.83	3.42	3.18	0.41	0.25	82.88%	85.16%	79.68%	15.93%	14.78%	92.79%
21	225.18	19.27	34.13	7.51	19.66	18.76	7.51	6.07	5.79	1.44	0.28	77.13%	74.08%	70.98%	14.42%	13.76%	95.42%
22	220.84	17.46	29.87	6.45	16.57	15.71	6.45	5.12	4.85	1.34	0.26	75.15%	73.54%	71.02%	14.14%	13.41%	94.82%
23	215.65	20.75	45.85	8.35	3.82	3.02	8.35	1.18	0.93	7.17	0.25	11.17%	10.22%	9.71%	2.52%	1.99%	79.16%
24	221.51	17.93	36.18	7.84	20.97	20.04	7.84	6.47	6.18	1.37	0.29	78.88%	75.10%	70.81%	14.73%	14.07%	95.54%
25	220.99	17.28	34.95	7.87	20.30	19.36	7.87	6.27	5.98	1.61	0.29	75.91%	72.66%	68.52%	14.20%	13.54%	95.38%
26	221.44	18.77	34.65	7.40	19.82	18.94	7.40	6.12	5.85	1.28	0.27	78.99%	75.70%	72.51%	14.74%	14.09%	95.56%
27	222.92	14.28	26.83	5.71	15.63	14.81	5.71	4.82	4.57	0.89	0.25	80.05%	79.39%	75.27%	15.07%	14.28%	94.78%
28	220.83	12.24	22.51	4.72	13.15	12.43	4.72	4.06	3.84	0.66	0.22	81.35%	82.27%	80.25%	15.36%	14.51%	94.49%
29	221.99	17.81	34.35	7.72	20.21	19.29	7.72	6.24	5.95	1.48	0.28	77.16%	74.04%	71.42%	14.42%	13.76%	95.47%
30	221.35	16.60	28.92	5.94	15.66	14.79	5.94	4.83	4.56	1.11	0.27	76.83%	75.50%	70.73%	14.51%	13.70%	94.45%
31	221.59	16.92	30.59	6.29	16.83	16.01	6.29	5.20	4.94	1.09	0.25	78.60%	76.67%	71.65%	14.74%	14.02%	95.11%
	221.62	16.74	30.34	210.29	536.39	509.60	210.29	165.55	157.28	44.74	8.27	75.47%	73.89%	70.41%	14.18%	13.46%	94.51%

Abr-22

Día	Vac media (V)	Temp. ambiente media (°C)	Temp. módulo media (°C)	Irradiancia incidente (kWh)	Energía DC (kWh)	Energía AC (kWh)	Yr (kWh•kWp-1•día-1)	Ya (kWh•kWp-1•día-1)	Yf (kWh•kWp-1•día-1)	Pérdidas de Captura (kWh)	Pérdida BOS (kWh)	Performance Ratio (%)	PR STC	PR STC2	nA	nf	nBOS
1	219.38	17.01	36.21	6.60	17.83	16.96	6.60	5.50	5.23	1.09	0.27	79.35%	75.54%	69.70%	14.88%	14.15%	95.14%
2	221.30	13.18	36.21	6.38	18.14	17.29	6.38	5.60	5.34	0.78	0.26	83.71%	79.69%	75.00%	15.66%	14.93%	95.36%
3	223.28	14.41	36.21	6.49	18.10	17.22	6.49	5.59	5.31	0.90	0.27	81.93%	77.99%	73.27%	15.37%	14.61%	95.09%
4	222.51	15.74	36.52	6.54	18.15	17.25	6.54	5.60	5.33	0.94	0.28	81.46%	77.45%	69.89%	15.28%	14.53%	95.07%
5	221.25	16.77	36.21	7.40	19.88	18.96	7.40	6.14	5.85	1.27	0.28	79.05%	75.26%	69.92%	14.78%	14.10%	95.40%
6	220.41	15.93	31.90	5.82	16.13	15.33	5.82	4.98	4.73	0.85	0.25	81.24%	78.79%	71.94%	15.25%	14.49%	95.03%
7	219.95	17.23	33.41	5.80	15.98	15.16	5.80	4.93	4.68	0.87	0.25	80.62%	77.68%	71.93%	15.16%	14.38%	94.87%
8	220.25	15.94	31.55	5.46	15.07	14.28	5.46	4.65	4.41	0.81	0.24	80.67%	78.36%	71.40%	15.19%	14.39%	94.74%
9	220.23	13.50	27.62	4.88	14.00	13.21	4.88	4.32	4.08	0.56	0.24	83.59%	82.62%	76.30%	15.80%	14.91%	94.36%
10	223.94	18.54	40.05	7.47	20.49	19.60	7.47	6.32	6.05	1.15	0.28	80.97%	75.83%	69.42%	15.10%	14.44%	95.64%
11	223.10	21.08	40.02	8.29	21.83	20.91	8.29	6.74	6.45	1.55	0.28	77.86%	72.93%	68.75%	14.50%	13.89%	95.80%
12	224.52	19.15	36.81	8.27	22.35	21.43	8.27	6.90	6.61	1.37	0.28	80.01%	75.97%	69.20%	14.88%	14.27%	95.91%
13	221.35	16.36	31.00	6.73	18.74	17.94	6.73	5.78	5.54	0.95	0.25	82.21%	80.05%	74.83%	15.32%	14.66%	95.71%
14	223.32	19.63	38.66	8.52	22.84	21.92	8.52	7.05	6.77	1.47	0.28	79.37%	74.77%	68.98%	14.75%	14.16%	95.97%
15	225.61	18.12	36.65	8.34	22.50	21.63	8.34	6.94	6.68	1.40	0.27	80.01%	76.02%	70.41%	14.85%	14.27%	96.13%
16	223.90	19.64	37.39	8.58	22.80	21.88	8.58	7.04	6.75	1.55	0.28	78.70%	74.54%	68.56%	14.63%	14.04%	95.98%
17	225.18	17.17	35.62	8.66	23.07	22.17	8.66	7.12	6.84	1.54	0.28	79.03%	75.42%	69.03%	14.67%	14.10%	96.09%
18	223.56	19.41	37.58	8.53	22.69	21.79	8.53	7.00	6.72	1.53	0.28	78.85%	74.62%	68.35%	14.65%	14.06%	96.03%
19	221.62	18.52	36.71	8.29	22.34	21.47	8.29	6.90	6.63	1.40	0.27	79.91%	75.91%	69.13%	14.83%	14.25%	96.10%
20	221.67	19.39	43.90	8.31	22.16	21.29	8.31	6.84	6.57	1.47	0.27	79.09%	72.89%	69.22%	14.69%	14.11%	96.05%
21	221.69	19.05	37.65	8.28	22.17	21.27	8.28	6.84	6.56	1.43	0.28	79.32%	75.05%	69.51%	14.75%	14.15%	95.93%
22	221.59	18.91	35.54	7.21	20.96	20.07	7.21	6.47	6.19	0.75	0.27	85.86%	81.97%	76.24%	15.99%	15.31%	95.77%
23	221.26	17.60	33.48	6.57	19.36	18.57	6.57	5.98	5.73	0.59	0.24	87.28%	84.08%	78.22%	16.23%	15.57%	95.90%
24	222.93	14.96	28.70	5.92	17.79	17.00	5.92	5.49	5.25	0.43	0.24	88.67%	87.22%	80.55%	16.55%	15.82%	95.58%
25	222.75	18.04	35.33	6.99	20.71	19.84	6.99	6.39	6.12	0.60	0.27	87.65%	83.75%	77.31%	16.32%	15.63%	95.82%
26	221.15	18.44	33.17	5.84	17.49	16.70	5.84	5.40	5.15	0.44	0.24	88.26%	85.13%	78.11%	16.49%	15.74%	95.47%
27	220.82	19.10	35.61	7.29	21.46	20.59	7.29	6.62	6.36	0.67	0.27	87.16%	83.19%	76.81%	16.20%	15.55%	95.95%
28	220.14	16.33	30.22	5.82	17.38	16.60	5.82	5.36	5.12	0.45	0.24	88.04%	86.02%	78.64%	16.44%	15.70%	95.51%
29	219.11	14.73	31.87	6.73	14.55	13.97	6.73	4.49	4.31	2.24	0.18	64.01%	62.09%	57.47%	11.90%	11.42%	95.97%
30	219.31	16.58	34.30	6.79	14.43	13.89	6.79	4.45	4.29	2.33	0.17	63.16%	60.62%	56.15%	11.71%	11.27%	96.24%
221.90	17.35	35.20	212.80	581.39	556.19	212.80	179.44	171.66	33.36	7.78	80.90%	77.38%	71.47%	15.09%	14.43%	95.62%	

May-22																	
Día	Vac media (V)	Temp. ambiente media (°C)	Temp. módulo media (°C)	Irradiancia incidente (kWh)	Energía DC (kWh)	Energía AC (kWh)	Yr (kWh•kWp-1•día-1)	Ya (kWh•kWp-1•día-1)	Yf (kWh•kWp-1•día-1)	Pérdidas de Captura (kWh)	Pérdida BOS (kWh)	Performance Ratio (%)	PR STC	PR STC2	nA	nf	nBOS
1	223.93	17.52	32.31	6.50	19.30	18.47	6.50	5.96	5.70	0.54	0.26	87.75%	84.96%	78.45%	16.36%	15.65%	95.67%
2	222.63	15.42	27.79	6.56	19.40	18.55	6.56	5.99	5.72	0.57	0.26	87.31%	86.23%	78.35%	16.29%	15.57%	95.61%
3	221.97	15.33	30.61	6.72	19.71	18.87	6.72	6.08	5.83	0.64	0.26	86.64%	84.51%	78.61%	16.14%	15.46%	95.74%
4	221.63	19.03	34.33	6.73	19.89	19.08	6.73	6.14	5.89	0.59	0.25	87.53%	84.01%	77.32%	16.28%	15.61%	95.90%
5	221.00	17.80	33.50	7.03	20.86	19.98	7.03	6.44	6.17	0.59	0.27	87.69%	84.46%	77.86%	16.33%	15.64%	95.79%
6	220.80	17.81	32.31	7.19	21.14	20.30	7.19	6.52	6.27	0.67	0.26	87.08%	84.31%	78.29%	16.18%	15.53%	96.02%
7	221.60	15.07	27.79	7.11	21.11	20.24	7.11	6.51	6.25	0.60	0.27	87.84%	86.76%	79.57%	16.34%	15.67%	95.87%
8	224.30	17.36	30.61	6.94	20.36	19.52	6.94	6.28	6.03	0.66	0.26	86.85%	84.71%	78.71%	16.15%	15.49%	95.91%
9	222.53	15.19	34.33	7.14	21.10	20.24	7.14	6.51	6.25	0.63	0.26	87.51%	83.99%	77.44%	16.27%	15.61%	95.94%
10	221.13	15.85	27.33	6.74	19.77	18.95	6.74	6.10	5.85	0.64	0.25	86.84%	85.94%	78.50%	16.16%	15.49%	95.88%
11	221.13	15.85	27.79	6.74	19.77	18.95	6.74	6.10	5.85	0.64	0.25	86.84%	85.77%	78.50%	16.16%	15.49%	95.88%
12	221.13	15.85	27.79	6.74	19.77	18.95	6.74	6.10	5.85	0.64	0.25	86.84%	85.77%	78.50%	16.16%	15.49%	95.88%
13	221.13	15.85	27.79	6.74	19.77	18.95	6.74	6.10	5.85	0.64	0.25	86.84%	85.77%	78.50%	16.16%	15.49%	95.88%
14	221.29	15.61	34.33	6.43	19.08	18.27	6.43	5.89	5.64	0.54	0.25	87.71%	84.18%	77.39%	16.34%	15.65%	95.73%
15	223.63	16.82	34.08	7.03	20.64	19.77	7.03	6.37	6.10	0.66	0.27	86.77%	83.36%	76.77%	16.15%	15.48%	95.82%
16	222.07	16.48	32.31	6.96	20.14	19.32	6.96	6.22	5.96	0.74	0.25	85.67%	82.94%	77.70%	15.93%	15.28%	95.94%
17	221.23	17.57	27.79	6.82	20.07	19.24	6.82	6.19	5.94	0.63	0.26	87.04%	85.96%	78.71%	16.20%	15.53%	95.86%
18	220.45	16.91	30.62	6.51	18.95	18.10	6.51	5.85	5.59	0.66	0.26	85.85%	83.73%	77.39%	16.04%	15.31%	95.50%
19	220.58	14.94	34.35	6.32	18.78	18.01	6.32	5.80	5.56	0.52	0.24	87.95%	84.40%	77.98%	16.36%	15.69%	95.89%
20	220.96	15.89	33.50	6.90	20.38	19.52	6.90	6.29	6.02	0.61	0.27	87.34%	84.12%	77.25%	16.27%	15.58%	95.77%
21	220.62	13.83	32.31	6.08	17.90	17.10	6.08	5.52	5.28	0.56	0.24	86.76%	84.00%	77.76%	16.19%	15.48%	95.57%
22	223.80	14.70	27.79	6.61	19.69	18.86	6.61	6.08	5.82	0.54	0.25	88.04%	86.95%	79.97%	16.39%	15.70%	95.82%
23	222.31	13.59	30.61	7.00	20.82	19.98	7.00	6.43	6.17	0.57	0.26	88.13%	85.95%	79.79%	16.39%	15.72%	95.93%
24	221.14	14.50	34.33	6.89	20.43	19.58	6.89	6.30	6.04	0.59	0.26	87.66%	84.13%	77.55%	16.31%	15.64%	95.85%
25	220.17	14.41	33.50	6.25	18.30	17.51	6.25	5.65	5.40	0.60	0.25	86.50%	83.31%	77.13%	16.13%	15.43%	95.66%
26	220.56	15.70	32.31	6.19	18.27	17.44	6.19	5.64	5.38	0.55	0.26	87.00%	84.23%	78.66%	16.26%	15.52%	95.46%
27	220.76	15.06	27.79	6.56	19.31	18.48	6.56	5.96	5.70	0.60	0.26	86.90%	85.82%	78.38%	16.20%	15.50%	95.69%
28	221.26	15.61	30.61	6.81	19.80	18.97	6.81	6.11	5.85	0.70	0.26	85.90%	83.79%	77.91%	16.00%	15.32%	95.79%
29	223.63	15.67	34.33	6.89	19.78	18.94	6.89	6.11	5.85	0.79	0.26	84.82%	81.41%	75.02%	15.80%	15.13%	95.73%
30	221.65	14.21	33.50	6.83	19.68	18.82	6.83	6.07	5.81	0.75	0.26	85.10%	81.96%	75.42%	15.87%	15.18%	95.64%
31	220.80	11.06	31.84	4.88	14.26	13.54	4.88	4.40	4.18	0.48	0.22	85.64%	83.08%	77.59%	16.10%	15.28%	94.91%
	221.67	15.69	31.30	206.83	608.24	582.52	206.83	187.73	179.79	19.10	7.94	86.91%	84.53%	77.97%	16.19%	15.50%	95.76%

Jun-22

Día	Vac media (V)	Temp. ambiente media (°C)	Temp. módulo media (°C)	Irradiancia incidente (kWh)	Energía DC (kWh)	Energía AC (kWh)	Yr (kWh•kWp-1•día-1)	Ya (kWh•kWp-1•día-1)	Yf (kWh•kWp-1•día-1)	Pérdidas de Captura (kWh)	Pérdida BOS (kWh)	Performance Ratio (%)	PR STC	PR STC2	nA	nf	nBOS
1	219.26	9.96	28.26	5.31	16.03	15.19	5.31	4.95	4.69	0.36	0.26	88.25%	86.98%	80.83%	16.61%	15.74%	94.75%
2	219.26	9.96	28.71	5.31	16.03	15.19	5.31	4.95	4.69	0.36	0.26	88.25%	86.81%	80.82%	16.61%	15.74%	94.75%
3	219.26	9.96	28.71	5.31	16.03	15.19	5.31	4.95	4.69	0.36	0.26	88.25%	86.81%	80.82%	16.61%	15.74%	94.75%
4	219.71	15.11	28.71	5.35	15.72	14.94	5.35	4.85	4.61	0.50	0.24	86.11%	84.70%	80.04%	16.17%	15.36%	95.01%
5	222.33	14.35	27.79	5.38	16.04	15.26	5.38	4.95	4.71	0.43	0.24	87.57%	86.48%	82.36%	16.42%	15.62%	95.15%
6	222.17	15.75	31.59	6.69	19.31	18.46	6.69	5.96	5.70	0.73	0.26	85.24%	82.78%	76.92%	15.90%	15.20%	95.61%
7	219.26	9.96	31.16	5.31	16.03	15.19	5.31	4.95	4.69	0.36	0.26	88.25%	85.87%	79.97%	16.61%	15.74%	94.75%
8	220.43	13.68	30.19	6.96	20.13	19.30	6.96	6.21	5.96	0.75	0.26	85.52%	83.57%	77.23%	15.91%	15.25%	95.89%
9	220.33	13.60	29.87	6.93	19.95	19.11	6.93	6.16	5.90	0.77	0.26	85.14%	83.31%	76.63%	15.86%	15.19%	95.75%
10	220.38	11.82	26.39	6.51	19.02	18.21	6.51	5.87	5.62	0.64	0.25	86.26%	85.72%	79.17%	16.07%	15.39%	95.72%
11	220.80	12.48	29.06	6.89	19.94	19.09	6.89	6.15	5.89	0.73	0.26	85.55%	84.01%	77.46%	15.94%	15.26%	95.74%
12	223.30	13.21	29.56	6.92	19.99	19.16	6.92	6.17	5.91	0.75	0.26	85.47%	83.75%	77.34%	15.90%	15.25%	95.87%
13	222.10	13.08	29.06	6.83	19.77	18.91	6.83	6.10	5.84	0.73	0.27	85.43%	83.90%	77.39%	15.93%	15.24%	95.65%
14	219.26	9.96	29.06	5.31	16.03	15.19	5.31	4.95	4.69	0.36	0.26	88.25%	86.67%	80.22%	16.61%	15.74%	94.75%
15	220.67	14.62	27.98	6.70	19.25	18.38	6.70	5.94	5.67	0.76	0.27	84.62%	83.50%	77.12%	15.81%	15.09%	95.47%
16	221.00	9.84	23.04	6.81	20.53	19.70	6.81	6.34	6.08	0.48	0.26	89.25%	90.05%	84.40%	16.59%	15.92%	95.96%
17	219.99	12.80	28.92	6.89	20.16	19.30	6.89	6.22	5.96	0.67	0.26	86.44%	84.94%	78.79%	16.10%	15.42%	95.74%
18	220.84	10.78	26.19	6.58	19.28	18.42	6.58	5.95	5.69	0.63	0.27	86.41%	85.95%	79.62%	16.13%	15.41%	95.54%
19	223.40	14.82	31.64	6.80	19.65	18.80	6.80	6.06	5.80	0.73	0.26	85.38%	82.90%	76.69%	15.92%	15.23%	95.68%
20	221.41	11.26	25.87	5.78	16.87	16.07	5.78	5.21	4.96	0.57	0.25	85.87%	85.54%	78.80%	16.08%	15.32%	95.24%
21	220.31	11.93	24.42	5.31	15.54	14.76	5.31	4.80	4.55	0.51	0.24	85.80%	86.03%	79.94%	16.11%	15.30%	94.99%
22	219.26	9.96	24.42	5.31	16.03	15.19	5.31	4.95	4.69	0.36	0.26	88.25%	88.48%	83.16%	16.61%	15.74%	94.75%
23	218.71	9.65	22.48	5.12	12.31	11.69	5.12	3.80	3.61	1.32	0.19	70.47%	71.27%	65.93%	13.24%	12.57%	94.97%
24	219.05	12.91	29.47	6.50	14.24	13.66	6.50	4.40	4.22	2.10	0.18	64.87%	63.59%	59.42%	12.07%	11.57%	95.89%
25	219.65	11.48	25.20	6.18	13.65	12.99	6.18	4.21	4.01	1.97	0.20	64.85%	64.79%	60.85%	12.15%	11.57%	95.16%
26	222.18	13.06	30.19	6.78	14.79	14.20	6.78	4.56	4.38	2.22	0.18	64.61%	63.13%	58.64%	12.01%	11.52%	95.99%
27	219.86	12.56	31.89	6.82	14.66	14.09	6.82	4.53	4.35	2.29	0.18	63.80%	61.88%	57.05%	11.85%	11.38%	96.06%
28	219.19	13.58	32.78	6.58	14.48	13.94	6.58	4.47	4.30	2.11	0.17	65.36%	63.14%	57.76%	12.12%	11.66%	96.22%
29	219.11	14.73	31.87	6.73	14.55	13.97	6.73	4.49	4.31	2.24	0.18	64.01%	62.09%	57.47%	11.90%	11.42%	95.97%
30	219.31	16.58	34.30	6.79	14.43	13.89	6.79	4.45	4.29	2.33	0.17	63.16%	60.62%	56.15%	11.71%	11.27%	96.24%
	220.39	12.45	28.63	186.71	510.46	487.42	186.71	157.55	150.44	29.16	7.11	80.89%	79.64%	73.97%	15.12%	14.43%	95.47%

Jul-22

Día	Vac media (V)	Temp. ambiente media (°C)	Temp. módulo media (°C)	Irradiancia incidente (kWh)	Energía DC (kWh)	Energía AC (kWh)	Yr (kWh•kWp-1•día-1)	Ya (kWh•kWp-1•día-1)	Yf (kWh•kWp-1•día-1)	Pérdidas de Captura (kWh)	Pérdida BOS (kWh)	Performance Ratio (%)	PR STC	PR STC2	nA	nf	nBOS
1	218.73	15.06	31.67	6.82	14.65	14.08	6.82	4.52	4.34	2.29	0.18	63.74%	61.88%	57.44%	11.84%	11.37%	96.07%
2	218.73	15.06	31.67	6.82	14.65	14.08	6.82	4.52	4.34	2.29	0.18	63.74%	61.88%	57.44%	11.84%	11.37%	96.07%
3	218.73	15.06	31.67	6.82	14.65	14.08	6.82	4.52	4.34	2.29	0.18	63.74%	61.88%	57.44%	11.84%	11.37%	96.07%
4	218.73	15.06	31.67	6.82	14.65	14.08	6.82	4.52	4.34	2.29	0.18	63.74%	61.88%	57.44%	11.84%	11.37%	96.07%
5	218.83	16.30	32.45	6.30	13.50	12.94	6.30	4.17	3.99	2.13	0.17	63.39%	61.33%	56.64%	11.80%	11.31%	95.85%
6	217.83	16.00	33.65	6.73	14.37	13.80	6.73	4.44	4.26	2.29	0.17	63.31%	60.94%	56.39%	11.76%	11.29%	96.06%
7	219.08	16.10	32.06	6.58	14.28	13.70	6.58	4.41	4.23	2.17	0.18	64.30%	62.32%	57.81%	11.95%	11.47%	95.94%
8	218.73	15.06	31.67	6.82	14.65	14.08	6.82	4.52	4.34	2.29	0.18	63.74%	61.88%	57.44%	11.84%	11.37%	96.07%
9	219.32	13.00	29.31	6.35	14.44	13.84	6.35	4.46	4.27	1.89	0.19	67.30%	66.02%	61.35%	12.53%	12.00%	95.82%
10	218.73	15.06	31.67	6.82	14.65	14.08	6.82	4.52	4.34	2.29	0.18	63.74%	61.88%	57.44%	11.84%	11.37%	96.07%
11	218.73	15.06	31.67	6.82	14.65	14.08	6.82	4.52	4.34	2.29	0.18	63.74%	61.88%	57.44%	11.84%	11.37%	96.07%
12	218.73	15.06	31.67	6.82	14.65	14.08	6.82	4.52	4.34	2.29	0.18	63.74%	61.88%	57.44%	11.84%	11.37%	96.07%
13	219.00	12.18	28.80	6.62	14.07	13.48	6.62	4.34	4.16	2.28	0.18	62.89%	61.83%	58.09%	11.70%	11.22%	95.84%
14	218.73	15.06	31.67	6.82	14.65	14.08	6.82	4.52	4.34	2.29	0.18	63.74%	61.88%	57.44%	11.84%	11.37%	96.07%
15	219.12	15.30	31.52	6.57	14.12	13.53	6.57	4.36	4.18	2.21	0.18	63.57%	61.76%	57.41%	11.83%	11.34%	95.85%
16	218.73	15.06	31.67	6.82	14.65	14.08	6.82	4.52	4.34	2.29	0.18	63.74%	61.88%	57.44%	11.84%	11.37%	96.07%
17	222.49	14.11	31.19	6.82	14.46	13.88	6.82	4.46	4.28	2.36	0.18	62.81%	61.10%	56.89%	11.66%	11.20%	96.04%
18	220.60	13.65	29.29	5.74	12.27	11.73	5.74	3.79	3.62	1.96	0.17	63.03%	61.84%	57.63%	11.76%	11.24%	95.61%
19	220.53	14.61	31.48	6.87	16.52	15.91	6.87	5.10	4.91	1.78	0.19	71.46%	69.43%	64.35%	13.23%	12.75%	96.35%
20	220.42	15.07	31.90	6.82	16.35	15.74	6.82	5.05	4.86	1.78	0.19	71.19%	69.04%	64.07%	13.19%	12.70%	96.28%
21	218.73	15.06	31.67	6.82	14.65	14.08	6.82	4.52	4.34	2.29	0.18	63.74%	61.88%	57.44%	11.84%	11.37%	96.07%
22	220.50	15.23	33.31	6.98	14.90	14.35	6.98	4.60	4.43	2.38	0.17	63.47%	61.18%	56.90%	11.76%	11.32%	96.28%
23	219.78	15.77	33.03	6.92	14.79	14.23	6.92	4.56	4.39	2.36	0.17	63.44%	61.23%	56.71%	11.76%	11.32%	96.24%
24	222.78	17.04	34.91	6.85	14.70	14.11	6.85	4.54	4.35	2.32	0.18	63.53%	60.82%	56.38%	11.81%	11.33%	95.97%
25	221.61	16.48	34.14	6.93	14.67	14.10	6.93	4.53	4.35	2.40	0.18	62.80%	60.32%	56.27%	11.65%	11.20%	96.12%
26	219.86	17.14	34.17	6.85	14.91	14.34	6.85	4.60	4.43	2.25	0.17	64.58%	62.02%	57.56%	11.97%	11.52%	96.21%
27	218.99	17.02	34.62	7.01	15.46	14.87	7.01	4.77	4.59	2.24	0.18	65.48%	62.76%	58.40%	12.14%	11.68%	96.20%
28	219.54	17.43	34.94	7.07	15.58	15.02	7.07	4.81	4.64	2.26	0.17	65.61%	62.80%	58.12%	12.14%	11.70%	96.42%
29	219.67	16.78	34.23	7.07	15.57	15.02	7.07	4.80	4.64	2.26	0.17	65.63%	63.01%	58.44%	12.13%	11.71%	96.52%
30	220.85	17.18	34.71	7.05	15.55	15.00	7.05	4.80	4.63	2.25	0.17	65.72%	62.97%	58.46%	12.15%	11.72%	96.47%
31	223.43	18.14	36.47	7.09	15.51	14.97	7.09	4.79	4.62	2.30	0.17	65.17%	61.98%	57.41%	12.05%	11.63%	96.50%
	219.69	15.49	32.41	210.20	457.19	439.44	210.20	141.11	135.63	69.09	5.48	64.51%	62.43%	57.97%	11.97%	11.51%	96.11%

Ago-22

Día	Vac media (V)	Temp. ambiente media (°C)	Temp. módulo media (°C)	Irradiancia incidente (kWh)	Energía DC (kWh)	Energía AC (kWh)	Yr (kWh•kWp- 1•día-1)	Ya (kWh•kWp- 1•día-1)	Yf (kWh•kWp- 1•día-1)	Pérdidas de Captura (kWh)	Pérdida BOS (kWh)	Performance Ratio (%)	PR STC	PR STC2	nA	nf	nBOS
1	222.05	16.48	34.17	6.94	18.58	17.85	6.94	5.74	5.51	1.20	0.23	79.38%	76.24%	70.58%	14.74%	14.16%	96.05%
2	221.13	15.01	31.44	6.74	19.87	19.01	6.74	6.13	5.87	0.61	0.26	87.07%	84.62%	78.67%	16.23%	15.53%	95.68%
3	220.86	15.64	33.19	7.00	20.91	20.05	7.00	6.45	6.19	0.54	0.26	88.47%	85.33%	79.44%	16.45%	15.78%	95.92%
4	221.31	15.64	32.89	7.07	21.12	20.23	7.07	6.52	6.25	0.55	0.27	88.35%	85.32%	79.04%	16.45%	15.76%	95.81%
5	219.38	11.75	24.83	4.94	14.67	13.88	4.94	4.53	4.28	0.41	0.24	86.71%	86.78%	79.76%	16.34%	15.47%	94.64%
6	221.21	14.63	28.91	5.82	17.34	16.51	5.82	5.35	5.10	0.47	0.25	87.53%	86.02%	79.17%	16.39%	15.61%	95.24%
7	221.54	9.51	18.40	3.27	10.70	9.98	3.27	3.30	3.08	-0.03	0.22	94.08%	96.95%	91.06%	18.00%	16.78%	93.23%
8	219.82	7.70	15.73	3.33	10.64	9.93	3.33	3.28	3.06	0.04	0.22	92.09%	96.10%	89.63%	17.60%	16.43%	93.32%
9	219.52	10.42	24.97	4.83	14.78	13.98	4.83	4.56	4.31	0.27	0.25	89.24%	89.25%	82.37%	16.83%	15.92%	94.59%
10	220.72	16.65	33.74	7.14	21.01	20.12	7.14	6.49	6.21	0.65	0.28	87.00%	83.71%	77.75%	16.21%	15.52%	95.75%
11	220.99	16.96	34.58	7.32	21.90	20.99	7.32	6.76	6.48	0.56	0.28	88.52%	84.86%	78.73%	16.48%	15.79%	95.83%
12	221.27	16.30	35.38	7.51	22.33	21.41	7.51	6.89	6.61	0.62	0.29	87.92%	83.99%	77.97%	16.36%	15.68%	95.86%
13	222.43	17.57	35.48	7.40	21.90	21.00	7.40	6.76	6.48	0.65	0.28	87.56%	83.62%	77.44%	16.28%	15.62%	95.92%
14	223.93	18.08	36.35	7.19	21.09	20.20	7.19	6.51	6.24	0.69	0.27	86.67%	82.45%	76.31%	16.14%	15.46%	95.81%
15	223.18	17.18	33.30	7.27	21.62	20.75	7.27	6.67	6.41	0.60	0.27	88.12%	84.94%	79.14%	16.38%	15.72%	95.97%
16	221.29	18.39	36.16	7.35	21.66	20.77	7.35	6.68	6.41	0.66	0.28	87.22%	83.05%	77.29%	16.23%	15.56%	95.88%
17	221.51	15.79	33.27	7.38	21.85	20.97	7.38	6.74	6.47	0.64	0.27	87.67%	84.53%	78.32%	16.30%	15.64%	95.96%
18	221.45	14.87	33.03	7.66	22.94	22.04	7.66	7.08	6.80	0.58	0.28	88.79%	85.69%	79.40%	16.49%	15.84%	96.06%
19	220.93	15.68	33.57	7.45	22.17	21.29	7.45	6.84	6.57	0.61	0.27	88.17%	84.89%	78.82%	16.38%	15.73%	96.02%
20	221.37	16.22	34.83	7.57	22.47	21.57	7.57	6.93	6.66	0.63	0.28	88.00%	84.27%	77.89%	16.35%	15.70%	96.03%
21	224.58	16.48	34.73	7.54	22.21	21.34	7.54	6.86	6.59	0.68	0.27	87.34%	83.68%	77.28%	16.22%	15.58%	96.06%
22	221.80	15.30	33.06	6.91	20.16	19.31	6.91	6.22	5.96	0.69	0.26	86.22%	83.20%	76.63%	16.06%	15.38%	95.77%
23	221.59	15.98	33.88	7.61	22.34	21.44	7.61	6.89	6.62	0.71	0.28	87.00%	83.66%	77.29%	16.17%	15.52%	96.00%
24	221.68	17.00	34.63	7.59	22.46	21.56	7.59	6.93	6.65	0.66	0.28	87.66%	84.02%	77.97%	16.29%	15.64%	95.96%
25	223.12	16.65	34.29	7.38	21.64	20.76	7.38	6.68	6.41	0.71	0.27	86.76%	83.28%	77.23%	16.13%	15.48%	95.95%
26	220.76	17.15	34.19	6.85	19.70	18.85	6.85	6.08	5.82	0.77	0.26	84.98%	81.60%	75.05%	15.84%	15.16%	95.68%
27	221.72	17.02	35.30	7.23	20.73	19.87	7.23	6.40	6.13	0.83	0.27	84.82%	81.06%	74.68%	15.79%	15.13%	95.84%
28	224.48	15.35	31.34	7.47	22.14	21.23	7.47	6.83	6.55	0.64	0.28	87.71%	85.28%	79.66%	16.31%	15.65%	95.90%
29	222.85	15.42	32.47	7.24	21.14	20.19	7.24	6.52	6.23	0.72	0.29	86.07%	83.27%	76.74%	16.07%	15.35%	95.54%
30	220.51	15.22	30.51	6.12	18.15	17.35	6.12	5.60	5.36	0.51	0.25	87.58%	85.45%	79.85%	16.34%	15.62%	95.58%
31	220.65	16.85	34.08	6.68	19.78	18.92	6.68	6.10	5.84	0.57	0.26	87.46%	84.02%	77.63%	16.31%	15.60%	95.68%
	221.60	15.45	32.02	209.81	619.99	593.36	209.81	191.35	183.13	18.45	8.22	87.49%	84.88%	78.67%	16.33%	15.61%	95.60%

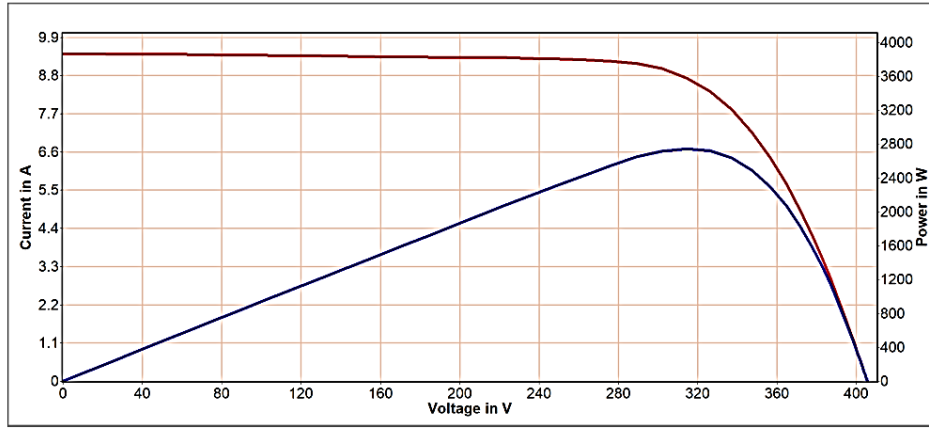
Set-22

Día	Vac media (V)	Temp. ambiente media (°C)	Temp. módulo media (°C)	Irradiancia incidente (kWh)	Energía DC (kWh)	Energía AC (kWh)	Yr (kWh•kWp-1•día-1)	Ya (kWh•kWp-1•día-1)	Yf (kWh•kWp-1•día-1)	Pérdidas de Captura (kWh)	Pérdida BOS (kWh)	Performance Ratio (%)	PR STC	PR STC2	nA	nf	nBOS
1	221.54	13.03	34.17	7.30	21.35	20.44	7.30	6.59	6.31	0.71	0.28	86.37%	82.95%	77.09%	16.09%	15.41%	95.74%
2	219.22	12.85	31.44	5.68	16.65	15.81	5.68	5.14	4.88	0.55	0.26	85.85%	83.44%	76.42%	16.12%	15.31%	94.98%
3	220.68	12.52	33.19	5.86	17.39	16.59	5.86	5.37	5.12	0.50	0.25	87.32%	84.21%	77.47%	16.33%	15.57%	95.39%
4	223.86	13.52	32.89	7.16	20.86	19.98	7.16	6.44	6.17	0.72	0.27	86.14%	83.19%	76.56%	16.04%	15.37%	95.78%
5	223.12	13.84	24.83	7.72	22.82	21.92	7.72	7.04	6.77	0.68	0.28	87.66%	87.73%	81.72%	16.28%	15.64%	96.07%
6	222.03	12.90	28.91	7.85	23.00	22.08	7.85	7.10	6.82	0.75	0.28	86.78%	85.28%	78.82%	16.13%	15.48%	95.99%
7	221.80	13.40	18.40	7.75	22.78	21.89	7.75	7.03	6.76	0.72	0.28	87.13%	89.80%	84.00%	16.18%	15.54%	96.07%
8	221.35	14.21	15.73	7.71	22.67	21.76	7.71	7.00	6.72	0.71	0.28	87.15%	90.95%	85.72%	16.19%	15.55%	96.00%
9	220.71	13.83	24.97	7.70	22.56	21.66	7.70	6.96	6.68	0.73	0.28	86.82%	86.84%	80.32%	16.14%	15.49%	95.98%
10	221.77	14.05	33.74	7.18	21.00	20.09	7.18	6.48	6.20	0.70	0.28	86.35%	83.08%	76.51%	16.10%	15.40%	95.69%
11	223.81	15.19	34.58	7.56	21.99	21.15	7.56	6.79	6.53	0.77	0.26	86.38%	82.81%	76.12%	16.02%	15.41%	96.18%
12	222.06	14.81	35.38	7.58	22.13	21.23	7.58	6.83	6.55	0.75	0.28	86.39%	82.54%	75.83%	16.07%	15.41%	95.90%
13	221.46	15.07	35.48	7.05	20.76	19.90	7.05	6.41	6.14	0.64	0.27	87.12%	83.19%	75.96%	16.21%	15.54%	95.85%
14	221.69	13.70	36.35	6.46	18.88	18.06	6.46	5.83	5.57	0.63	0.25	86.29%	82.10%	75.24%	16.09%	15.39%	95.67%
15	221.73	12.77	33.30	6.92	20.42	19.53	6.92	6.30	6.03	0.61	0.28	87.13%	84.00%	76.54%	16.25%	15.54%	95.63%
16	221.55	12.50	36.16	6.64	19.21	18.34	6.64	5.93	5.66	0.71	0.27	85.22%	81.14%	74.87%	15.93%	15.20%	95.44%
17	221.42	14.31	33.27	7.68	22.48	21.54	7.68	6.94	6.65	0.74	0.29	86.62%	83.51%	76.15%	16.12%	15.45%	95.84%
18	224.32	15.17	33.03	7.68	22.48	21.56	7.68	6.94	6.65	0.74	0.28	86.67%	83.65%	76.45%	16.11%	15.46%	95.93%
19	222.74	14.33	33.57	7.94	23.26	22.35	7.94	7.18	6.90	0.76	0.28	86.89%	83.67%	76.41%	16.13%	15.50%	96.09%
20	222.53	15.01	34.83	7.78	22.52	21.64	7.78	6.95	6.68	0.82	0.27	85.91%	82.27%	74.72%	15.95%	15.32%	96.09%
21	221.94	14.99	34.73	7.73	23.01	22.13	7.73	7.10	6.83	0.63	0.27	88.29%	84.59%	76.87%	16.38%	15.75%	96.16%
22	222.17	14.21	33.06	7.91	23.10	22.17	7.91	7.13	6.84	0.78	0.29	86.47%	83.45%	75.91%	16.08%	15.42%	95.94%
23	222.12	14.78	33.88	7.76	22.32	21.45	7.76	6.89	6.62	0.87	0.27	85.30%	82.02%	75.30%	15.83%	15.21%	96.10%
24	219.65	13.13	34.63	4.73	13.91	13.13	4.73	4.29	4.05	0.44	0.24	85.62%	82.07%	74.59%	16.17%	15.27%	94.42%
25	224.14	13.88	34.29	6.81	19.94	19.11	6.81	6.16	5.90	0.66	0.26	86.57%	83.10%	75.32%	16.12%	15.44%	95.80%
26	221.25	14.04	34.19	5.78	17.18	16.38	5.78	5.30	5.05	0.48	0.25	87.37%	83.90%	75.37%	16.35%	15.59%	95.32%
27	221.26	15.41	35.30	6.91	20.03	19.18	6.91	6.18	5.92	0.73	0.26	85.67%	81.87%	74.97%	15.96%	15.28%	95.75%
28	222.47	14.45	31.34	8.00	23.52	22.60	8.00	7.26	6.98	0.74	0.28	87.21%	84.79%	77.59%	16.18%	15.56%	96.11%
29	222.31	13.36	32.47	6.93	20.92	20.06	6.93	6.46	6.19	0.47	0.27	89.37%	86.47%	79.91%	16.63%	15.94%	95.85%
30	222.02	13.95	30.51	5.65	16.77	16.07	5.65	5.18	4.96	0.48	0.21	87.75%	85.62%	79.03%	16.33%	15.65%	95.85%
	221.96	13.97	31.95	213.42	625.91	599.78	213.42	193.18	185.12	20.24	8.07	86.73%	84.14%	77.26%	16.15%	15.47%	95.79%

Anexo 9. Reporte del trazador de curvas I-V.



Result of Profitest PV Power Measurement



Measurement Results

Module type: TP660P-270 (Talesun Solar Co. Ltd.)

In series: 12 - Paralel: 1

		Measurm.:	Nominal:	Deviation:
Values at STC:				
	Peak power P pk:	3044.3 Wp	3240.0 W	-6.0 %
	Ppk max:	3196.5 W	3337.2 W	
	Ppk min:	2892.1 W	3142.8 W	
	I pmax0:	8.54 A	8.63 A	-1.0 %
	Vpmax0:	356.4 V	375.6 V	-5.1 %
	I sc0:	9.19 A	9.09 A	1.2 %
	Voc0:	441.7 V	462.0 V	-4.4 %
Maximum values (actual):				
	P max:	2744.4 W		
	I pmax:	8.76 A		
	Vpmax:	313.4 V		
	I sc:	9.43 A		
	Voc:	405.7 V		
Calculated values:				
	Rs:	4.7 Ohm	-	-
	Losses by add. Rs:	n.a.		
	Rp:	2580 Ohm	-	-
	FF:	0.72	0.77	-7.0 %
	NOCT:	45 DegC		
Conditions during measurement:				
	Cell temperature T mod:	52.1 DegC		
	Irradiance E eff:	1025 W/m2		
	Temperature reference cell T ref:	46.1 DegC		

Additional Informations

File: C:\Users\junio\OneDrive\Documentos\23-11-2022 11_57_56 1.SUI

Profitest PV Serial No.: PTEST150003121

Sensor: SOZ-03 #16056

Customer: UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

PV plant: SISTEMA SMA 3KW

Plant part: SMA

Date of measurement: 23.11.2022 11:57:56

Description:

Anexo 10. Reporte de la cámara térmica FLIR, de las instalaciones y conexiones del SFCR 3.24KW.



EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 3.24 KW CON INVERSOR STRING BAJO NORMA TÉCNICA BRASILEÑA ABNT-NBR-16274 A 3824 MSNM

Medidas

Sp1	26.1 °C
Sp2	30.6 °C
Sp3	24.3 °C

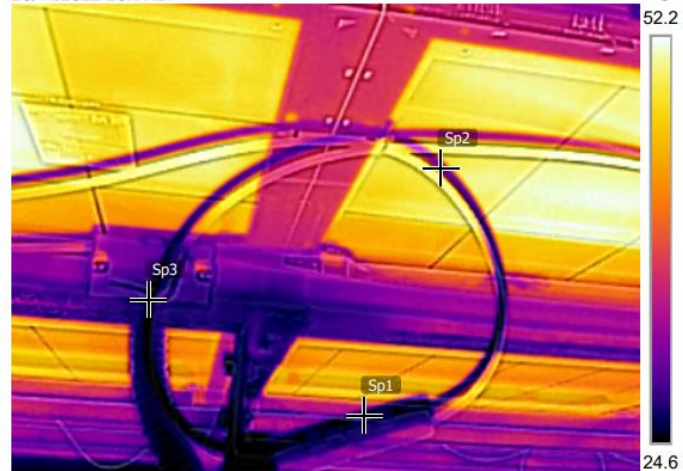
Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	20 °C

Nota

FOTO TERMICA DE LOS CONDUCTORES DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

23/11/2022 20:11:27



FLIR0319.jpg

FLIR E8xt Wifi

639114801

23/11/2022 20:11:27



FLIR0319.jpg

FLIR E8xt Wifi

639114801



EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 3.24 KW CON INVERSOR STRING BAJO NORMA TÉCNICA BRASILEÑA ABNT-NBR-16274 A 3824 MSNM

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	20 °C

23/11/2022 20:07:26



FLIR0313.jpg

FLIR E8xt Wifi

639114801

23/11/2022 20:07:26



FLIR0313.jpg

FLIR E8xt Wifi

639114801



EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN SISTEMA FOTVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 3.24 KW CON INVERSOR STRING BAJO NORMA TÉCNICA BRASILEÑA ABNT-NBR-16274 A 3824 MSNM

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	20 °C

Nota

MEDICION DE LOS CONECTORES MC4

23/11/2022 20:03:57



FLIR0305.jpg

FLIR E8xt Wifi

639114801

23/11/2022 20:03:57



FLIR0305.jpg

FLIR E8xt Wifi

639114801



EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 3.24 KW CON INVERSOR STRING BAJO NORMA TÉCNICA BRASILEÑA ABNT-NBR-16274 A 3824 MSNM

Medidas

Sp1	52.3 °C
Sp2	47.8 °C
Sp3	51.2 °C

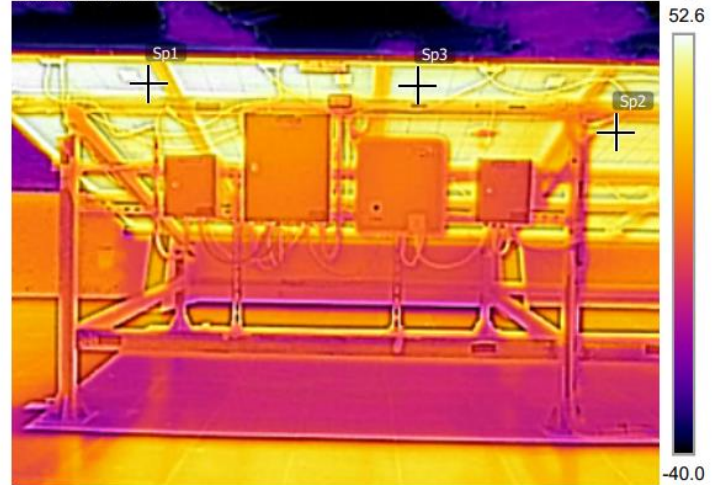
Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	20 °C

Nota

MEDICION DEL SFCR COMPLETO EN OPERACION

23/11/2022 20:05:54



FLIR0312.jpg

FLIR E8xt Wifi

639114801

23/11/2022 20:05:54



FLIR0312.jpg

FLIR E8xt Wifi

639114801



EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 3.24 KW CON INVERSOR STRING BAJO NORMA TÉCNICA BRASILEÑA ABNT-NBR-16274 A 3824 MSNM

Medidas

Sp1	39.1 °C
Sp2	36.9 °C
Sp3	39.1 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	20 °C

Nota

MEDICION DE LOS INTERRUPTORES Y DPS DEL SFCR - STRING

23/11/2022 20:11:17

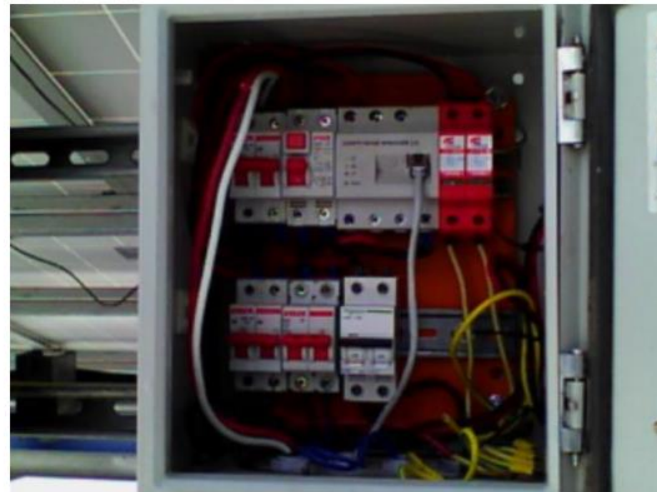


FLIR0318.jpg

FLIR E8xt Wifi

639114801

23/11/2022 20:11:17



FLIR0318.jpg

FLIR E8xt Wifi

639114801



EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 3.24 KW CON INVERSOR STRING BAJO NORMA TÉCNICA BRASILEÑA ABNT-NBR-16274 A 3824 MSNM

Medidas

Sp1	29.1 °C
Sp2	50.8 °C
Sp3	23.1 °C
Sp4	25.2 °C
Sp5	50.5 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	20 °C

Nota

MEDICION DE LA ESPALDA DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

23/11/2022 20:05:36



FLIR0311.jpg

FLIR E8xt Wifi

639114801

23/11/2022 20:05:36



FLIR0311.jpg

FLIR E8xt Wifi

639114801



EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 3.24 KW CON INVERSOR STRING BAJO NORMA TÉCNICA BRASILEÑA ABNT-NBR-16274 A 3824 MSNM

Medidas

Sp1	44.9 °C
Sp2	31.5 °C
Sp3	40.9 °C
Sp4	34.5 °C

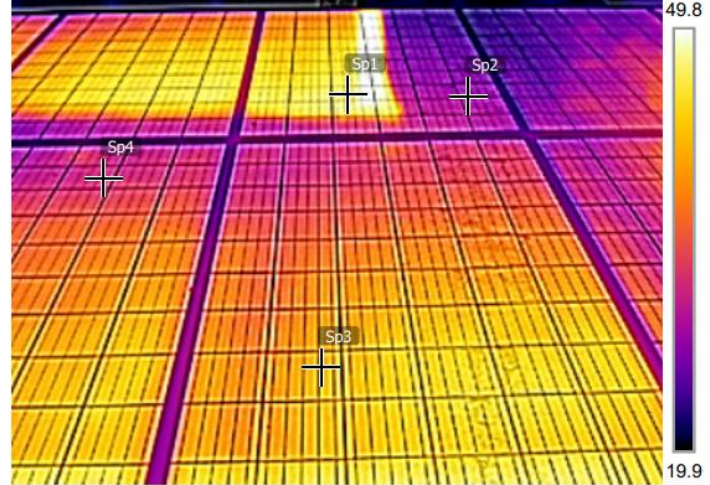
Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	20 °C

Nota

MEDICION DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

23/11/2022 20:04:30



FLIR0308.jpg

FLIR E8xt Wifi

639114801

23/11/2022 20:04:30



FLIR0308.jpg

FLIR E8xt Wifi

639114801

Anexo 11. Ejecución del ensayo con el trazador de curvas I-V.





Anexo 12. Verificación de parámetros medidos del sistema de monitoreo.







DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo JUNIOR TORRES YUCEA,
identificado con DNI 74692501 en mi condición de egresado de:

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

MAESTRIA EN CIENCIAS DE LA MECANICA ELECTRICA

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

"EVALUACION Y CARACTERIZACION DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO
CONECTADO A LA RED DE 3.24 KW CON INVERSOR STRING
BAJO NORMA TECNICA BRASILEÑA ABNT-NBR-16274 A3824 75N.M."

Es un tema original.

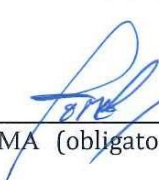
Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales,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

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 23 de NOVIEMBRE del 20 23



FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo JUNIOR TORRES YUCEA,
identificado con DNI 74692501 en mi condición de egresado de:

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

MAESTRIA EN CIENCIAS DE LA MECANICA ELECTRICA,
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

"EVALUACION Y CARACTERIZACION DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO
CONECTADO A LA RED DE 3.24 KW CON INVERSOR STRING
BAJO NORMA TECNICA BRASILEÑA ABNT-NBR-16274 A3824 MSNM"

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 23 de NOVIEMBRE del 2023



FIRMA (obligatoria)



Huella