

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



Dimensionamiento de una central fotovoltaica para diversificar la fuente de energía eléctrica en el distrito de Rioja

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

AUTOR

Guillermo Eduardo Vargas Limo

ASESOR

Hugo Walter Mundaca Guerra

<https://orcid.org/0000-0002-8210-9581>

Chiclayo, 2025

**Dimensionamiento de una central fotovoltaica para diversificar la
fuente de energía eléctrica en el distrito de Rioja**

PRESENTADA POR

Guillermo Eduardo Vargas Limo

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO

APROBADA POR

Luis Alberto Gonzales Bazan
PRESIDENTE

Lucio Antonio Llontop Mendoza
SECRETARIO

Hugo Walter Mundaca Guerra
VOCAL

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi hermana Sofía y a mis padres, Paul y Diana, cuyo esfuerzo y amor diario han sido mi mayor inspiración. A mis amigos de la facultad, por los momentos inolvidables y el apoyo a lo largo de estos años, y a todas las personas que me acompañaron en este proceso.

A Esteban del Águila y Sofía Margarita, con todo mi cariño.

Agradecimientos

A la Universidad y su plana docente de la escuela de ingeniería mecánica eléctrica por todos los conocimientos y sabiduría compartida.

Dimensionamiento de una central fotovoltaica para diversificar la fuente de energía eléctrica en el distrito de Rioja

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Tecnologica del Peru Trabajo del estudiante	2%
2	Submitted to Universidad de Cádiz Trabajo del estudiante	1%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	www.gob.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Andrés Bello Trabajo del estudiante	1%
6	Submitted to Universidad Técnica Nacional de Costa Rica Trabajo del estudiante	1%
7	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
8	1library.co	

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	11
II.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	12
1.	Formulación del problema.....	12
2.	Delimitación de la investigación.....	12
3.	Limitaciones de la investigación.....	12
III.	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	13
1.	Objetivo general.....	13
2.	Objetivos específicos.....	13
IV.	MARCO TEÓRICO.....	14
1.	Antecedentes.....	14
2.	Condiciones para el diseño de una central eléctrica.....	15
3.	Distancias mínimas de Seguridad en Media Tensión.....	16
4.	Transformadores.....	16
5.	Energía Solar y Paneles Fotovoltaico.....	17
a)	Paneles monocristalinos.....	17
b)	Paneles policristalinos.....	17
c)	Paneles de silicio.....	18
6.	Modelos de Sistemas Fotovoltaicos.....	18
a)	ON – GRID.....	18
b)	OFF- GRID.....	18
7.	Inversores de Corriente.....	19
8.	Generación Distribuida.....	19
9.	Cálculos para el dimensionamiento.....	20
10.	Designación de espacios.....	22
11.	Evaluación económica.....	22
V.	METODOLOGÍA.....	24
1.	Marco Metodológico.....	24
1.1.	Tipo y Nivel de Investigación.....	24
a.	Tipo de Investigación.....	24
b.	Nivel de Investigación.....	24
c.	Enfoque de investigación.....	24
1.2.	Técnica e instrumentos.....	24

1.3.	Población y muestra.....	25
a.	Población.....	25
b.	Muestra.....	25
1.4.	Métodos y diseño de investigación.....	25
2.	Metodología de diseño.....	26
3.	Formulación de Hipótesis.....	27
4.	Operación de variables.....	28
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
1.	DIAGNÓSTICO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.....	30
1.1.	Condiciones de la RED y cantidad de SED (Subestaciones de distribución)	30
1.2.	Evaluación de la Energía.....	30
2.	EVALUACIÓN DE DISPONIBILIDAD DE RECURSOS.....	31
2.1.	Observaciones generales.....	31
2.1.1.	Zona de extracción de datos.....	31
3.	DIMENSIONAMIENTO.....	35
3.1.	Hora Solar Pico.....	35
3.2.	Cálculo de Inclinación.....	36
3.3.	Potencia Pico.....	36
3.4.	Datos del Panel seleccionado.....	36
3.5.	Cantidad de Paneles.....	37
3.6.	Dimensionamiento del Inversor.....	37
3.7.	Arreglo de Paneles fotovoltaicos y Simulación.....	39
3.8.	Distancia y Colocación de paneles.....	44
3.9.	Diseño de la conexión a la red en Media Tensión.....	45
4.	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	49
VII.	CONCLUSIONES.....	52
VIII.	RECOMENDACIONES.....	53
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	54
X.	ANEXOS.....	56

LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1 Localización del distrito de Rioja Fuente: MPR	12
Ilustración 2: Distancia entre Paneles	22
Ilustración 3: Diagrama de Energía mes de marzo. Fuente: Propia	30
Ilustración 4: Espacio abierto en Sector Democracia Fuente: Propia	31
Ilustración 5: Terreno Democracia Fuente: Propia	31
Ilustración 6: Ubicación de los puntos UTM de Democracia en Google Earth	32
Ilustración 7: Espacio Abierto en Sector las Palmeras Fuente: Propia	32
Ilustración 8: Terreno de Las Palmeras Fuente: Propia	33
Ilustración 9: Ubicación de los UTM de las palmeras en Google earth	33
Ilustración 10: Inversor RPS 450 Compact 170 kW	38
Ilustración 11: Ficha técnica Inversor RPS 450 Compact Fuente: Bonfiglioli	38
Ilustración 12: Resultados de Informe de Simulación en Pvsyst	42
Ilustración 13: Resultados de Energía Anual en Pvsyst	43
Ilustración 14: Área Designada la Palmeras	44
Ilustración 15: Gráfico de Distancias en Paneles	44
Ilustración 16: Calculadora Solar de Easy Solar	45
Ilustración 17: Ruta existente en MT Fuente: Google Earth	46
Ilustración 18: Presentación del diseño de línea nueva con la existente	46
Ilustración 19: Diagrama unifilar de conexión a RED	47
Ilustración 20: Modelado en REVIT Fuente: Propia	47
Ilustración 21: Distribución de Paneles FV Fuente: Propia	48
Ilustración 22: Modelado de Conexión a Barra MT Fuente: Propia	48
Ilustración 23: Modelo de conexión Inversor a Transformador Fuente: Propia	48
Ilustración 24: Gráfico de VAN del proyecto	51

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Planteamiento de Hipótesis	27
Tabla 2: Operacionalización de Variables I	28
Tabla 3 Operacionalización de Variables II	29
Tabla 4 Irradiancia Solar Sector Democracia	34
Tabla 5: Irradiancia Solar Sector Las Palmeras	35
Tabla 6: Comparación de Paneles FV	36
Tabla 7: Ficha Técnica del Panel JA Solar 545 W	37
Tabla 8: I y V máximo de entrada del Panel	39
Tabla 9: Resumen de elementos del metrado	49
Tabla 10: Resumen de Costos de Proyecto	49
Tabla 11: VAN y TIR del Proyecto	50
Tabla 12: Cuadro de datos del Proyecto	51

RESUMEN

En el marco de esta investigación se abordará el tema del dimensionamiento de una central fotovoltaica, usando el recurso solar, con el fin de brindar una seguridad energética al diversificar la fuente de energía reduciendo la dependencia exclusiva del sistema interconectado (SEIN), sino también de su propia generación en la ciudad de Rioja. Además, las centrales de energía renovables significan un impacto económico ambiental positivo por su naturaleza eco amigable.

Debido a eso se plantea realizar un análisis de los requerimientos energéticos de la ciudad, utilizando datos de la empresa prestadora de servicios eléctricos de Rioja (SERSA) y evaluar la disponibilidad del recurso solar para utilizarlo en generación fotovoltaica.

Con base en la información recopilada se propone dimensionar una central de generación fotovoltaica, esta busca mejorar la estabilidad y seguridad del suministro energético al reducir la vulnerabilidad frente a posibles interrupciones del suministro eléctrico.

Palabras claves: Energía Renovable, Energía, Fotovoltaico, Continuidad, Diversificación energética.

ABSTRACT

Within the framework of this research, the sizing of a photovoltaic power plant will be addressed, using the solar resource, to provide energy stability and security by diversifying the energy source, reducing dependence not only on the interconnected system (SEIN), but also on its own generation in the city of Rioja. In addition, renewable energy plants have a positive economic and environmental impact due to their eco-friendly nature.

For this reason, an analysis of the city's energy requirements is proposed, using data from the electric service provider of Rioja (SERSA) and evaluating the availability of solar resources for use in photovoltaic generation.

Based on the information gathered, it is proposed to dimension a photovoltaic generation plant, which seeks to improve the stability and security of the energy supply by reducing vulnerability to possible interruptions of the electricity supply.

Key words: Renewable Energy, Energy, Photovoltaic, Continuity, Energy Diversification.

I. INTRODUCCIÓN

La energía desempeña un papel fundamental en la problemática del cambio climático. Una considerable cantidad de los gases de efecto invernadero que envuelven nuestro planeta y atrapan la radiación solar provienen de la actividad relacionada con la producción de energía. Esta actividad se materializa mediante la combustión de combustibles fósiles con el propósito de generar electricidad y calor. [1]

En respuesta a esta situación, la comunidad científica ha expresado la necesidad de reducir drásticamente las emisiones para mitigar los efectos adversos del cambio climático. Ahora bien, ¿cómo se puede lograr esta reducción significativa? La respuesta recae en la inversión en fuentes de energía renovable. [1]

Sin embargo, la transición hacia energías renovables no solo implica una mitigación del impacto ambiental, sino que también conlleva beneficios en términos de diversificación y generación distribuida de energía. La generación distribuida consiste en la producción de energía eléctrica a través de múltiples fuentes de generación de pequeña escala, ubicadas en proximidad a los puntos de consumo. Esta modalidad de generación promueve la cooperación entre la micro generación y las centrales convencionales, mejorando así la fiabilidad y la calidad del sistema eléctrico. [2]

Un ejemplo prominente de energía renovable es la solar fotovoltaica, que aprovecha la radiación solar como su principal recurso energético. Mediante la interacción de los rayos solares con paneles compuestos por materiales semiconductores, la energía solar se transforma en electricidad a través de las células solares. Esta tecnología se distingue por su carácter limpio y sostenible en la producción energética. [2]

En este contexto, el presente trabajo de investigación se propone dimensionar una central fotovoltaica utilizando un software especializado en ingeniería. Este proceso implica calcular la cantidad necesaria de paneles fotovoltaicos según el recurso solar disponible en la zona de estudio.

II. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1. Formulación del problema

¿El dimensionamiento de una central fotovoltaica podrá brindar seguridad y estabilidad energética al diversificar la fuente de suministro eléctrico en el distrito de Rioja?

2. Delimitación de la investigación

El distrito de Rioja se localiza en el departamento de San Martín, provincia de Rioja (Km 470 de la carretera Fernando Belaunde Terry) a una altitud de 843 msnm.



Ilustración 1 Localización del distrito de Rioja Fuente: MPR

3. Limitaciones de la investigación

La limitación para el desarrollo de esta tesis es la carencia de datos de radiación solar en el lugar exacto de evaluación, sino que se cuenta con datos promedios cercanos a la zona brindados por el Power Data Access Viewer y otras fuentes de datos con las que cuentan algunos softwares de ingeniería para este tipo de desarrollo.

III. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo general

- Dimensionar una central fotovoltaica para diversificar la fuente de suministro energético y reducir la dependencia exclusiva del SEIN en el distrito de Rioja.

Objetivos específicos

- Diagnosticar la demanda energética del distrito de Rioja y las condiciones de la red existente.
- Extraer datos del recurso solar y evaluar la mejor opción para la ubicación de la central fotovoltaica.
- Dimensionar la central fotovoltaica en el distrito de Rioja y validar datos mediante el uso de software de ingeniería.
- Realizar una evaluación económica del diseño propuesto para la central fotovoltaica.

IV. MARCO TEÓRICO

Antecedentes

López, López [3] (2022) en Ecuador, Se realizó el diseño eléctrico de un sistema de energía solar conectado a la red para el Complejo de concientización y cuidado del mar, Yubarta. Esto reduce el consumo de iluminación del complejo y al mismo tiempo conecta el complejo a la red eléctrica local. A partir del estudio de carga se utilizó y validó software como Pvsyst y AutoCAD. Esto crea un sistema fotovoltaico que puede mantener la carga en el circuito de iluminación y reducir el costo del consumo de electricidad en la red local.

Huamán [4] (2020) en Perú, Se realizó el diseño eléctrico de un sistema de energía solar conectado a la red para el Complejo de Atención y Concientización Marina de Yubalta. Esto reduce el consumo de iluminación del complejo y al mismo tiempo conecta el complejo a la red eléctrica local. A partir del estudio de carga se utilizó y validó software como Pvsyst y AutoCAD. Esto crea un sistema fotovoltaico que puede mantener la carga en el circuito de iluminación y reducir el costo del consumo de electricidad en la red local. Las células solares son el elemento básico para generar energía eléctrica a partir del sol. Por lo tanto, se han introducido nuevos equipos y servicios para mejorar los servicios médicos del Hospital Haquira. Por lo tanto, aumenta la carga sobre la CS. (Centro de Salud) los aumentos de precios han significado más pagos a la empresa distribuidora de electricidad y demandas de más electricidad. El objetivo de este proyecto es paliar el elevado importe de nuevos pagos. Gracias al “grid inversor” pudimos convertir la energía de corriente continua generada por los paneles solares instalados en el techo del centro de salud en energía de corriente alterna (energía generada) y sincronizarla con la energía del centro de salud. Red eléctrica pública del centro (distribución de energía).

Mateos, Ledesma [5] (2021) en Perú, se dimensionó un sistema fotovoltaico aislado de la electricidad pública, para la generación de fluido eléctrico en la I.E 14508 en la región de Piura. Se encontró dificultades en dicha zona siendo la falta de conectividad en energía eléctrica una de ellas. Después de realizar la

metodología se comparó con los valores reflejados en el software Pvsyst. Por último, se realizó la factibilidad económica del estudio en función de la FOSE y las normativas de OSINERGMIN. Tras analizar los valores de la irradiancia se obtuvo un valor medio de 5.3 kWh/m^2 , un valor mínimo de 4.43 kWh/m^2 . Por ende, el panel fotovoltaico tiene que estar a un ángulo de 15° para aprovechar así al máximo la dirección del sol, 8 módulos fotovoltaicos de 415 W, 1 controlador de una potencia 3760 W, 1 inversor con potencia salida 5,000VA y 12 baterías con una autonomía de cada uno por 2 días.

Reyes [6] (2019) en Perú, el sistema de energía solar fue diseñado para alimentar el pueblo de La Algodonera en el distrito de Olmos. Luego de recopilada y calculada la información, se determinó que el consumo eléctrico promedio esperado para este asentamiento es de 25.850,40 Wh/día y la demanda máxima es de 4703,2 W. Además, se midió la radiación solar diaria promedio mediante tres fuentes de radiación solar. Se utilizaron dos programas de software: METEONORM y Solarius. Se consideró el software Solaris porque proporciona un valor bajo para los cálculos del sistema de energía solar, es decir, $4,72 \text{ kWh/m}^2/\text{día}$. El sistema fotovoltaico consta de 32 módulos fotovoltaicos con una potencia de 320 Wp cada uno, 32 baterías RITAR de 200 Ah, 2 controladores de carga 150/100 y 1 inversor de 10 000 W. Esto eleva la capacidad instalada del sistema de captación de energía a 10,24 kWp.

1. Condiciones para el diseño de una central eléctrica

No existen en el Perú normas o leyes que regulen la generación distribuida y la producción centralizada de centrales de generación continuará dominando el sistema eléctrico interconectado nacional (SEIN) [7].

Pese a esto existen ciertos criterios y condiciones para la implementación y diseño de una central eléctrica en el Perú.

- Reconocer las Fuentes de energía disponibles y su costo
- Definir el Diagrama de carga a abastecer
- Identificar vías de acceso para el transporte de suministros
- Identificar los requerimientos técnicos del diseño
- Definir equipos para cubrir la demanda (entregar energía) [8]

2. Distancias mínimas de Seguridad en Media Tensión

Durante la construcción se debe considerar la distancia mínima de seguridad entre el edificio y la línea de media tensión, es decir, 2,50 m en horizontal y 4 m. en vertical, lo que también puede evitar accidentes mortales.

Por otra parte, es válido señalar que la regla 219.B del Código Nacional de Electricidad - Suministro 2011, aprobado por Resolución Ministerial N.º 214-2011-MEM/DM, establece que los municipios deben observar, cumplir y hacer cumplir los criterios técnicos de seguridad eléctrica y mecánica y de servidumbre o distancias de seguridad, según corresponda, establecidos en dicho Código, la Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento. [9]

3. Transformadores

Los transformadores, piezas esenciales en el avance de la industria eléctrica, facilitaron el transporte de energía a largas distancias de manera eficiente y económica. Funcionando con corriente alterna, estos dispositivos modifican aspectos como voltaje o intensidad mientras mantienen constante la frecuencia y la potencia, idealmente. Operan transformando electricidad en magnetismo en el devanado primario, y luego de nuevo en electricidad en el devanado secundario con las especificaciones deseadas. Su núcleo, formado por chapas de acero al silicio aisladas, es crucial para conducir el flujo magnético. El devanado, compuesto por bobinas primaria y secundaria, determina la relación de transformación según la cantidad de vueltas de cobre en cada una. La designación de primario y secundario es relativa a la entrada y salida de voltaje, respectivamente.

La relación de transformación del transformador la definimos con la siguiente ecuación:

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} = rt$$

Donde (Np) es el número de vueltas del devanado del primario, (Ns) el número de vueltas del secundario, (Vp) la tensión aplicada en el primario, (Vs) la obtenida en el secundario, (Is) la intensidad que llega al primario, (Ip) la generada por el secundario y (rt) la relación de transformación [10]

4. Energía Solar y Paneles Fotovoltaico

La energía solar fotovoltaica se genera directamente del sol, convirtiéndose en electricidad sin intermediarios. Se logra mediante generadores fotovoltaicos, que consisten en módulos conectados entre sí, cada uno formado por células solares. Estas células son las unidades básicas que transforman la luz solar en electricidad. [11]

Estos paneles se componen de capas de material semiconductor que se unen a contactos metálicos, formando así un circuito eléctrico. Cada panel incluye una cubierta exterior de vidrio templado, capas de encapsulación de silicona, células fotovoltaicas construidas con una unión P-N y fabricadas a partir de silicio monocristalino, además de una capa posterior de protección de acrílico blanco. Para aprovechar la electricidad generada, los paneles deben conectarse a un convertidor de corriente eléctrica. [12]

Existen diferentes tipos de paneles fotovoltaicos con diferentes rendimientos:

a) Paneles monocristalinos

Las placas solares de células monocristalinas se distinguen por su eficiencia y rendimiento, que las colocan en la cima entre los diversos tipos de paneles disponibles. Su característica distintiva son las esquinas recortadas en forma de chaflán y su apariencia negra. Estas células pueden lograr rendimientos de hasta un 17%, aunque su costo tiende a ser más alto que el de otros paneles debido a la complejidad y el coste adicional asociados con su proceso de producción [13]

b) Paneles policristalinos

A diferencia de los paneles monocristalinos, los paneles policristalinos exhiben un distintivo color azul en varias tonalidades y sus esquinas terminan en ángulos rectos. Las células son de forma cuadrada y muestran una variedad de tonos azules, lo que les confiere una apariencia no uniforme. Aunque tienen una capacidad de absorción sólida, su rendimiento generalmente oscila entre el 11% y el 15%. En términos de coste, los paneles policristalinos tienden a ser más

económicos que sus contrapartes monocristalinas, ya que el proceso de obtención de estas células es más rentable. [13]

c) Paneles de silicio

Los paneles de silicio, también conocidos como paneles de silicio amorfo, se caracterizan por un coste de fabricación considerablemente más bajo en comparación con los paneles monocristalinos y policristalinos, lo que se traduce en un precio final más asequible. Sin embargo, su rendimiento es menor, generalmente alrededor del 6-8%. Estos paneles consisten en una lámina delgada de silicio, apoyada sobre una lámina de vidrio, que es la encargada de capturar la energía solar incidente. [13]

5. Modelos de Sistemas Fotovoltaicos

a) ON – GRID

El término "on grid" describe un tipo de instalación solar conectada a la red eléctrica convencional, lo que permite a los usuarios generar y consumir energía solar con el respaldo de la red en caso de necesidad. En situaciones en las que se genere más energía de la necesaria, el sistema permite inyectar los excedentes a la red. Sin embargo, este sistema depende totalmente de la red eléctrica; si esta sufre un corte, la planta solar se detendrá automáticamente. Solo las instalaciones "on grid" con almacenamiento o híbridas pueden seguir funcionando en tales circunstancias. Este tipo de sistema permite a los usuarios aprovechar la energía solar durante el día y recurrir a la red eléctrica cuando la generación solar no es suficiente. Los componentes principales de estas instalaciones incluyen paneles solares, inversores, un tablero de distribución y un medidor bidireccional, que mide tanto la energía consumida como la generada por los paneles. [14]

b) OFF- GRID

El término "off grid" se refiere a un tipo de instalación energética que no depende de la red eléctrica convencional, ya que utiliza baterías para almacenar la energía generada durante el día. Este sistema ofrece autonomía total, siendo especialmente útil en áreas remotas donde no hay acceso a la

red pública. Aunque es más costoso que las instalaciones conectadas a la red ("on grid"), su independencia y capacidad para suministrar energía limpia en cualquier momento del día lo hacen atractivo para muchos usuarios. Los paneles solares son fundamentales en este sistema, generando electricidad que se almacena en las baterías para su uso posterior. Además de los paneles solares, se necesitan inversores para convertir la energía a un formato utilizable y baterías con capacidad suficiente para cubrir los consumos previstos durante el tiempo necesario, requiriendo cambios periódicos de baterías una vez que alcanzan el final de su ciclo de vida. [14]

6. Inversores de Corriente

Un convertidor de corriente, también conocido como inversor de corriente, es un dispositivo eléctrico diseñado para convertir la corriente continua (CC) en corriente alterna (CA), manteniendo el mismo nivel de voltaje que el suministrado por los enchufes residenciales o comerciales. Estos dispositivos son esenciales para aprovechar la energía generada por los paneles solares, permitiendo su uso cotidiano. Además de su aplicación en sistemas solares, los inversores también se utilizan en generadores y baterías de alta capacidad. Es crucial considerar la potencia nominal en vatios (W) del inversor, ya que esto garantiza que pueda manejar eficientemente la potencia total generada por los paneles solares.

7. Generación Distribuida

La generación distribuida (GD) representa un cambio en el paradigma de la generación de energía eléctrica centralizada. Se refiere a la producción o almacenamiento de electricidad a pequeña escala, cerca del lugar de consumo.

El rango de capacidad instalada en la GD varía ampliamente debido a la subjetividad en definir qué constituye una instalación "relativamente pequeña" en comparación con las centrales de generación tradicionales. Los rangos mencionados en la literatura incluyen:

- Menores a 500 kW
- Mayores a 1,000 y menores a 5,000 kW
- Menores a 20,000 kW
- Menores a 100,000 kW
- Incluso tan pequeños como 3 kW

Para establecer un criterio más claro, se puede decir que, dependiendo de las tecnologías disponibles, la capacidad de los sistemas de GD varía de cientos de kW hasta diez mil kW.

Beneficios de la Generación Distribuida:

a) Beneficios para el usuario:

- Incremento en la confiabilidad
- Aumento en la calidad de la energía
- Reducción del número de interrupciones
- Uso eficiente de la energía
- Menor costo de la energía
- Uso de energías renovables
- Facilidad de adaptación a las condiciones del sitio
- Disminución de emisiones contaminantes
- Calidad de la energía

b) Beneficios para el suministrador:

- Reducción de pérdidas en transmisión y distribución
- Abasto en zonas remotas
- Libera capacidad del sistema
- Proporciona mayor control de energía reactiva
- Mayor regulación de tensión
- Disminución de inversión
- Menor saturación
- Reducción del índice de fallas

Implementar proyectos de generación distribuida mejora la calidad de la energía, garantizando un suministro eléctrico continuo y con parámetros adecuados de voltaje, corriente y frecuencia. [15]

8. Cálculos para el dimensionamiento

a. Hora Solar Pico

La hora solar pico viene dada por el valor de irradiancia solar de la zona en extracción.

$$HSP = \frac{\text{Irradiancia de la Zona } Wh/m^2}{1000 W/m^2}$$

b. Ángulo de Inclinación

En los paneles solares es importante diseñar el ángulo a la que van a ir ubicados porque esto permitirá el mayor aprovechamiento al captar la irradiancia. Los ángulos de inclinación varían entre 15° a 20° para asegurar una mayor captación de radiación y ayudar al sistema a drenar las lluvias lavando los polvos o sólidos que se puedan impregnar por la suspensión del aire [5].

$$\beta_{opt} = 3,7 + 0,69|\phi|$$

Donde:

β_{opt} : Ángulo óptimo de inclinación (°)

$|\phi|$: Latitud del lugar (°)

c. Potencia Pico

La potencia pico determina cuánto será la potencia máxima que el sistema puede entregar [5].

$$P_{pv(pico)} \geq \frac{Cargas (W)}{HSP * 0,8}$$

$P_{pv(pico)}$: Potencia máxima del sistema

PR : factor de la eficiencia (0.8)

d. Cantidad de Paneles

La cantidad de paneles viene determinada por el valor nominal de la potencia presente en las fichas técnicas del panel solar.

$$\#modulos_{max} \geq \frac{P_{pv(pico)}}{potencia\ del\ modulo}$$

e. Dimensionamiento del Inversor

El dimensionamiento del inversor será el 25% adicional del total de la potencia pico [5].

$$P_{inv} = P_{pv(pico)} * 1,25$$

f. Cálculo del Transformador

La potencia del transformador se expresa en KVA y se expresa mediante la siguiente fórmula.

$$VA = \sqrt{3} * V * I$$

Donde:

V: Tensión del sistema

I: Corriente del Sistema

9. Designación de espacios

Otro aspecto a tener en cuenta para determinar el espacio de nuestras estructuras solares será prever recorridos de mantenimiento. Será preciso dejar recorridos para que una persona pueda acceder a todos los paneles ya sean por cuestiones de mantenimiento o reparaciones.

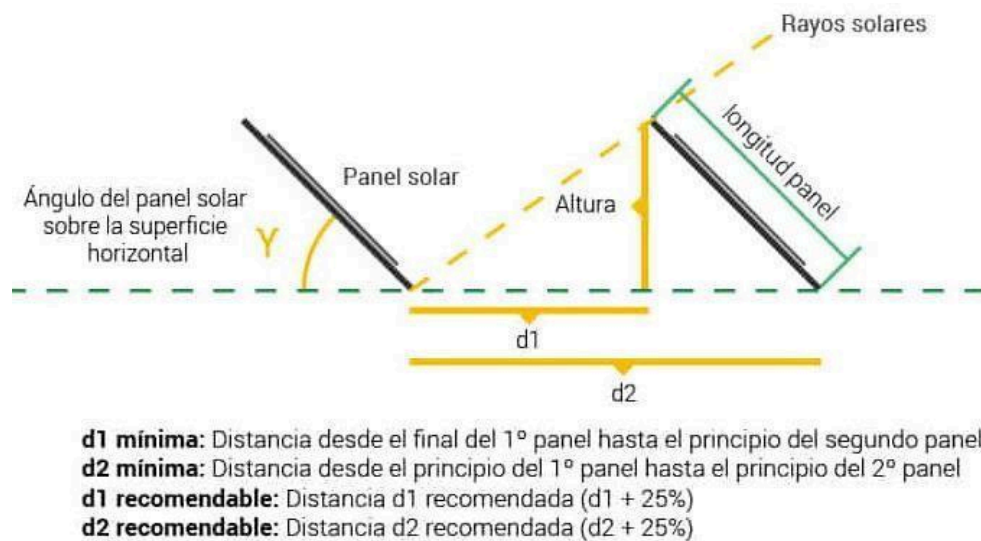


Ilustración 2: Distancia entre Paneles

10. Evaluación económica

a) VAN

El Valor Actual Neto (VAN), en el contexto de la inversión en un proyecto, esta herramienta se usa para estandarizar los flujos de efectivo netos del proyecto. Es decir, agrupan todos los ingresos y gastos del proyecto en una sola cifra para facilitar su análisis financiero. Esta técnica se aplica especialmente cuando se evalúa si el proyecto genera un beneficio neto adecuado o si está incurriendo en pérdidas. [15]

Se obtiene de la siguiente expresión:

$$VAN = \text{Beneficio Neto Actualizado (BNA)} - \text{Inversión Inicial (I}_0\text{)}$$
 Esta operación nos arrojará 3 posibles resultados que nos servirán para determinar la viabilidad del proyecto en cuestión:

VAN = 0. Sí el resultado es igual a cero (0), se determina que el proyecto no dará ganancias ni pérdidas, o sea, es indiferente.

VAN > 0. Cuando el valor obtenido es mayor a cero (0) se asume que el proyecto será rentable.

VAN < 0. Si el valor obtenido es menor a cero (0) se considera el proyecto no viable. [16]

b) **TIR**

La Tasa Interna de Retorno (TIR) se utiliza para determinar si un negocio es rentable o no. Sin embargo, su aplicación puede presentar un desafío, ya que el resultado obtenido no es directamente comparable con el de otros proyectos debido a la influencia de diversas variables en la rentabilidad. A pesar de esto, la TIR sigue siendo una herramienta fundamental para evaluar la viabilidad de un proyecto empresarial. Su diferencia principal con respecto al Valor Actual Neto (VAN) radica en que la TIR calcula el tiempo que la empresa tardará en recuperar la inversión inicial. [15]

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$$

En donde:

Fn es el flujo de caja en el periodo n.

n es el número de períodos.

I es el valor de la inversión inicial.

Y sus resultados se interpretan de la siguiente manera identificando “r” como el costo de oportunidad.

Si la **TIR es < r** se determina que el proyecto debe ser rechazado.

Si la **TIR es > r** entonces el proyecto será viable y puede ser aprobado.

En el caso de que la **TIR = 0**, el proyecto en principio debe ser rechazado.

Es cierto, que desde el punto de vista estratégico puro, se podría decidir invertir, pero a nivel financiero no compensa asumir dicho riesgo. [16]

V. METODOLOGÍA

1. Marco Metodológico

1.1. Tipo y Nivel de Investigación

a. Tipo de Investigación

La investigación es de tipo aplicada-cuantitativa, enfocada en diversificar la fuente de energía eléctrica de una zona mediante una central fotovoltaica. Se recopilan y analizan datos numéricos de energía generada y de irradiancia solar. Con métodos estadísticos y herramientas de ingeniería, se busca diversificar el suministro energético.

b. Nivel de Investigación

El nivel de la investigación es aplicativo, centrado en la diversificación de la fuente de energía eléctrica en la ciudad de Rioja mediante el dimensionamiento de una central fotovoltaica. Para este propósito, se obtuvieron datos de consumo energético proporcionados por la concesionaria de Rioja y se extrajeron datos de irradiancia solar de la zona.

c. Enfoque de investigación

La investigación tiene como enfoque cuantitativo. Se ha realizado una extracción y análisis de datos numéricos de irradiancia solar y datos de energía eléctrica proporcionados por la concesionaria de Rioja durante el mes de marzo.

1.2. Técnica e instrumentos

La técnica fue una extracción de datos de irradiancia de la zona de Rioja mediante Power Data Access Viewer basada en registro de estaciones meteorológicas.

Los datos de energía fueron proporcionados por la concesionaria de Rioja, SERSA.

El instrumento Se utilizó un software especializado en ingeniería para procesar y validar los datos de irradiancia solar y calcular la energía potencial generada por la central fotovoltaica. Este software facilita el análisis de los resultados obtenidos.

1.3. Población y muestra

a. Población

Mi población está dada por los datos actuales de energía de la concesionaria de rioja y los datos históricos de irradiancia de la zona.

b. Muestra

La muestra estaría dada por los datos procesados de energía en el mes de marzo e irradiancia promedio histórico validados con el software de ingeniería.

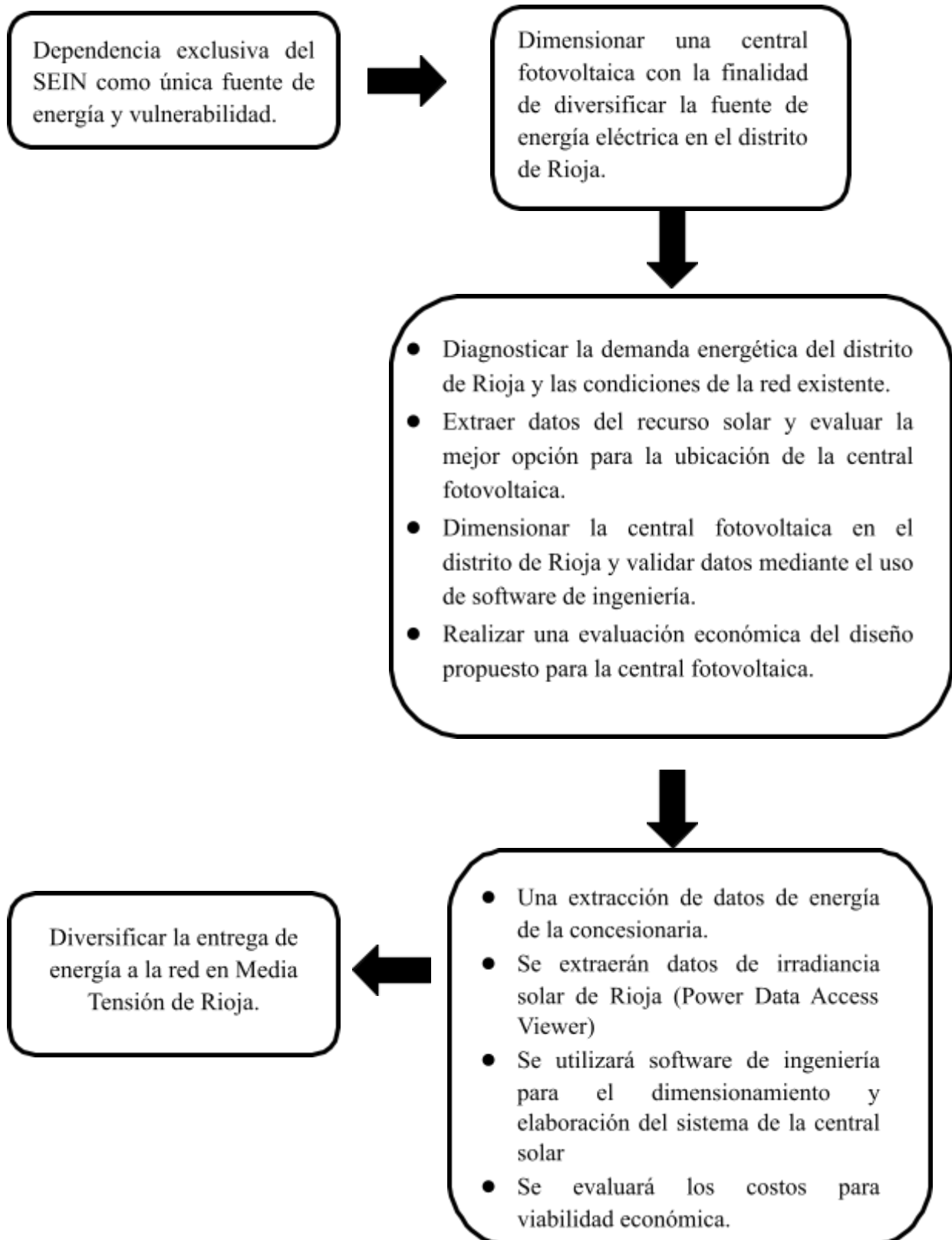
1.4. Métodos y diseño de investigación

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó técnica de recolección de datos para poder diagnosticar la demanda energética del distrito de Rioja y las condiciones de la red existente.

Además, una extracción datos del recurso solar y evaluar la mejor opción para la ubicación de la central fotovoltaica y posteriormente se dimensionó la central fotovoltaica en el distrito de Rioja y validaron los datos mediante el uso de software de ingeniería con simulaciones.

Finalmente se empleó un método de costo beneficio para realizar una evaluación económica del diseño propuesto para la central fotovoltaica.

2. Metodología de diseño



3. Formulación de Hipótesis

Tabla 1: Planteamiento de Hipótesis

Objetivos específicos	Hipótesis específica
Dimensionar una central fotovoltaica para diversificar la fuente de suministro energético y reducir la dependencia exclusiva del SEIN en el distrito de Rioja.	Si se desea diversificar la fuente de suministro energético y reducir la dependencia exclusiva del SEIN en el distrito de Rioja, entonces es necesario dimensionar una central fotovoltaica.
Objetivos generales	Hipótesis generales
<ol style="list-style-type: none"> 1. Diagnosticar la demanda energética del distrito de Rioja y las condiciones de la red existente. 2. Extraer datos del recurso solar y evaluar la mejor opción para la ubicación de la central fotovoltaica. 3. Dimensionar la central fotovoltaica en el distrito de Rioja y validar datos mediante el uso de software de ingeniería. 4. Realizar una evaluación económica del diseño propuesto para la central fotovoltaica. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si se diagnostica la demanda energética del distrito de Rioja y las condiciones de la red existente, entonces se obtendrá una comprensión completa de las necesidades y capacidades actuales de energía. 2. Si se extraen datos del recurso solar y se evalúa la mejor opción para la ubicación de la central fotovoltaica, entonces se podrá determinar la ubicación óptima para la central fotovoltaica. 3. Si se dimensiona la central fotovoltaica en el distrito de Rioja y se validan los datos mediante el uso de software de ingeniería, entonces se verificará que el dimensionamiento es adecuado para satisfacer la demanda energética. 4. Si se realiza una evaluación económica del diseño propuesto para la central fotovoltaica, entonces se podrá determinar la viabilidad financiera del proyecto.

Fuente: Propia

4. Operación de variables

Tabla 2: Operacionalización de Variables I

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
Variable Independiente	El dimensionamiento de una central fotovoltaica es el proceso de determinar el tamaño óptimo de la instalación solar, considerando factores como la demanda energética, la disponibilidad de recursos solares, y las condiciones técnicas y económicas.	El diseño de la central fotovoltaica se basará en la utilización de la energía captada por los rayos solares	Dimensionamiento de una central fotovoltaica	Radiación solar	kWh/m^2
Dimensionamiento de una central fotovoltaica.				Energía del sistema fotovoltaico	kW/h

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
Variable Dependiente	Una central fotovoltaica también busca diversificar la fuente de suministro energético al integrar la generación solar como una alternativa al suministro proveniente del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN). Esto ayuda a reducir la dependencia exclusiva del SEIN, aumentando la autonomía energética y la seguridad del suministro ante posibles interrupciones en la red eléctrica convencional.	Se dimensionó una central fotovoltaica para diversificar la fuente de suministro energético y reducir la dependencia exclusiva del SEIN.	Mediciones de potencia respecto al tiempo	<ul style="list-style-type: none"> ● Tensión ● Corriente ● Potencia 	<ul style="list-style-type: none"> ● V ● A ● kW
Diversificar la fuente de suministro energético y reducir la dependencia exclusiva del SEIN.					

Fuente: Propia

Tabla 3 Operacionalización de Variables II

¿El dimensionamiento de una central fotovoltaica puede diversificar la fuente de energía eléctrica en el distrito de Rioja?	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL		
	Dimensionar una central fotovoltaica para diversificar la fuente de suministro energético y reducir la dependencia exclusiva del SEIN en el distrito de Rioja.	Si se desea diversificar la fuente de suministro energético y reducir la dependencia exclusiva del SEIN en el distrito de Rioja, entonces es necesario dimensionar una central fotovoltaica.	Dimensionamiento de una central fotovoltaica para diversificar la fuente de energía eléctrica en el distrito de Rioja	Aplicada cuantitativamente
	OBJETIVO ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	INDICADORES	TÉCNICA: RECOLECCIÓN DE DATOS
	Diagnosticar la demanda energética del distrito de Rioja y las condiciones de la red existente.	Si se diagnostica la demanda energética del distrito de Rioja y las condiciones de la red existente, entonces se obtendrá una comprensión completa de las necesidades y capacidades actuales de energía.	<ul style="list-style-type: none"> ● Radiación solar ● Energía del sistema fotovoltaic o 	Para poder llevar a cabo el proyecto se utilizarán datos extraídos de fuentes de data solar y datos de energía en Rioja la empresa de servicios eléctricos SERSA.
	Extraer datos del recurso solar y evaluar la mejor opción para la ubicación de la central fotovoltaica.	Si se extraen datos del recurso solar y se evalúa la mejor opción para la ubicación de la central fotovoltaica, entonces se podrá determinar la ubicación óptima para la central fotovoltaica.	VARIABLE DEPENDIENTE	POBLACIÓN Y MUESTRA
	Dimensionar la central fotovoltaica en el distrito de Rioja y validar datos mediante el uso de software de ingeniería.	Si se dimensiona la central fotovoltaica en el distrito de Rioja y se validan los datos mediante el uso de software de ingeniería, entonces se verificará que el dimensionamiento es adecuado para satisfacer la demanda energética.	Diversificar la fuente de suministro energético y reducir la dependencia exclusiva del SEIN.	La población se basa en los datos actuales de energía de la concesionaria de Rioja y los datos históricos de irradiancia de la zona. La muestra consiste en los datos procesados de energía de marzo y el promedio histórico de irradiancia validado con software de ingeniería.
	Realizar una evaluación económica del diseño propuesto para la central fotovoltaica.	Si se realiza una evaluación económica del diseño propuesto para la central fotovoltaica, entonces se podrá determinar la viabilidad financiera del proyecto.	INDICADORES <ul style="list-style-type: none"> ● Tensión ● Corriente ● Potencia 	

Fuente: Propia

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. DIAGNÓSTICO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

1.1. Condiciones de la RED y cantidad de SED (Subestaciones de distribución)

El distrito de Rioja cuenta con 33 Subestaciones de distribución (SED) en distintos puntos de la ciudad. La ciudad de Rioja cuenta con una demanda que va desde los 2 300kW en hora punta y baja hasta los 900kW en hora valle. Aun así, la potencia contratada en la ciudad de Rioja es de 2 800kW. El transformador de potencia de la SET Santa Rosa, su punto de llegada en transmisión es de 3.5 MVA. En media tensión manejan 20 kV y una frecuencia de 60 Hz.

También tienen una sola troncal con 3 derivaciones de la red de distribución primaria (20kV) y en esa troncal hay conectadas solo 3 subestaciones de 125kVA, 160kVA y 100kVA.

1.2. Evaluación de la Energía

Según información obtenida de la concesionaria de la ciudad de Rioja. Se obtuvo que en promedio de energía diaria consumida en todo el mes de marzo es de **392,1228 kWh (Anexo 01)**. Los datos son de mediciones cada 15 minutos y el tiempo de última contabilización es a las 23:45:00 h del día (**Anexo 02**).

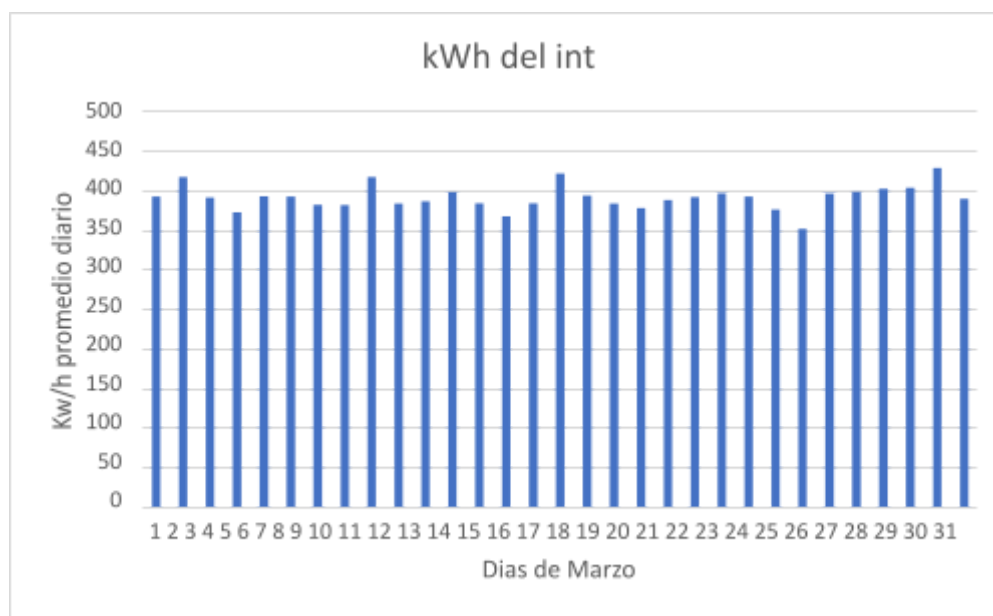


Ilustración 3: Diagrama de Energía mes de marzo. Fuente: Propia

2. EVALUACIÓN DE DISPONIBILIDAD DE RECURSOS

2.1. Observaciones generales

2.1.1. Zona de extracción de datos

Los datos se extraerán de dos puntos de la ciudad de Rioja, están las coordenadas en UTM WGS84 zona 18M.

Son los sectores de: Democracia y las Palmeras

2.1.1.1. Democracia

Democracia; coordenadas del polígono:

P1: 259 702; 9 327 763 - P2: 259 462; 9 327 700

P3: 259 595; 9 328 020 - P4: 259 299; 9 327 853



Ilustración 4: Espacio abierto en Sector Democracia Fuente: Propia



Ilustración 5: Terreno Democracia Fuente: Propia

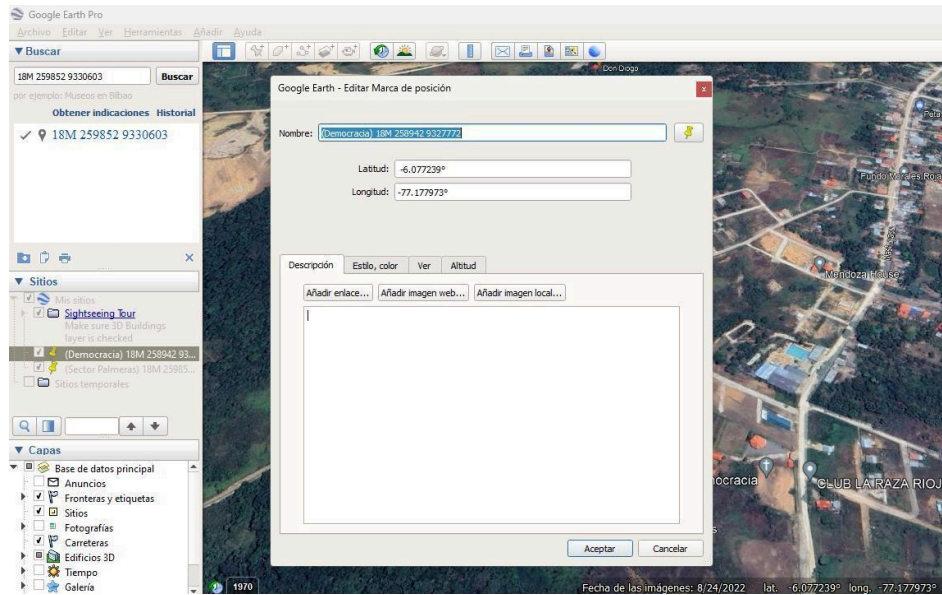


Ilustración 6: Ubicación de los puntos UTM de Democracia en Google Earth.
Fuente: Google Earth

Los datos UTM convertidos en longitud y latitud nos da los siguientes valores:

Latitud: $-6,076305^{\circ}$

Longitud: $-77,173058^{\circ}$

2.1.1.2. Las Palmeras

Las Palmeras, Coordenadas del Polígono:

P1: 260 222; 9 330 383 - P2: 260 044; 9 330 473

P3: 260 207; 9 330 752 - P4: 260 516; 9 330 522



Ilustración 7: Espacio Abierto en Sector las Palmeras
Fuente: Propia

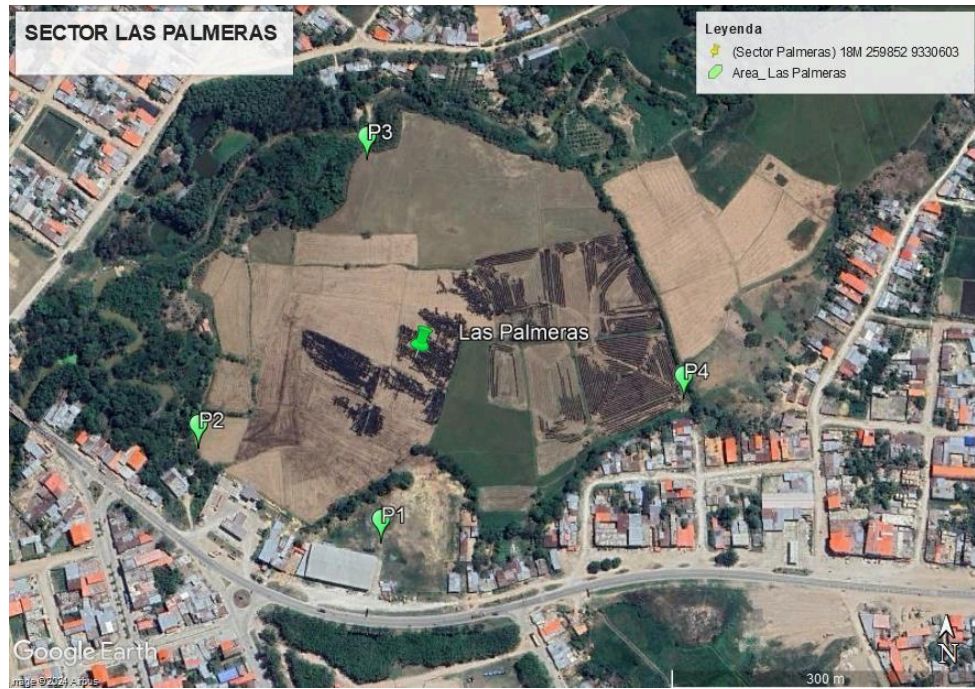


Ilustración 8: Terreno de Las Palmeras
Fuente: Propia

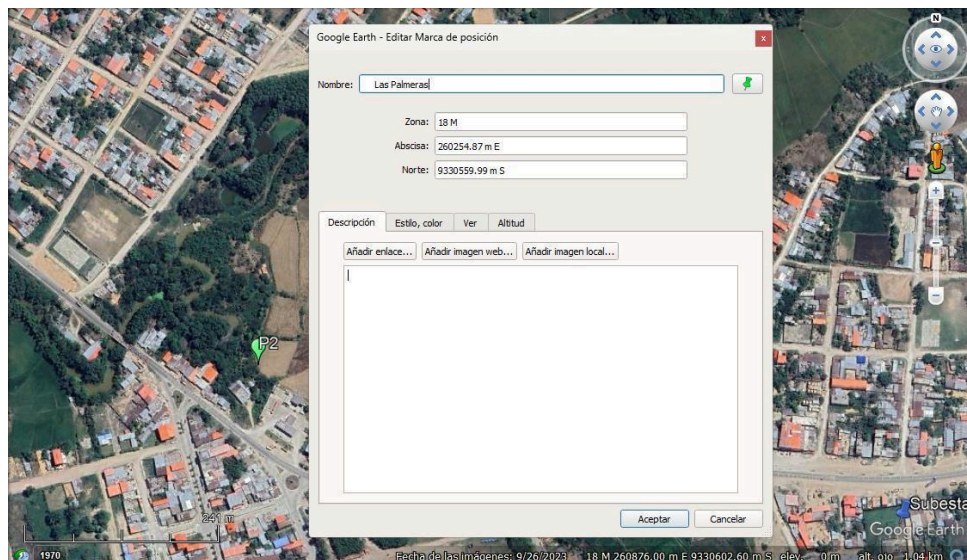


Ilustración 9: Ubicación de los UTM de las palmeras en Google Earth.
Fuente: Google Earth

Los datos UTM convertidos en longitud y latitud nos da los siguientes valores:

Latitud: $-6,052084^{\circ}$

Longitud: $-77,166016^{\circ}$

2.1.2. Datos del POWER Data Access Viewer

Este software de acceso libre realizó la obtención de datos, en la exploración del software se pudo apreciar que se pueden extraer mucha variedad de datos y seleccionar los años.

Por lo que se procedió a extraer los datos de radiación en el sector Democracia (Latitud: $-6,076305^\circ$, Longitud: $-77,173058^\circ$) y después del sector Las palmeras (Latitud: $-6,052084^\circ$, Longitud: $-77,166016^\circ$).

2.1.2.1. Sector Democracia

Se utilizó el dato de “Irradiancia Solar Incidente de Superficie de Todo Cielo de CERES”, que nos brinda los datos obtenidos con la condición del cielo presente. A diferencia de los datos a cielo despejado que muestra “condiciones ideales” en la zona.

También se utilizará el año 2022, el último año de medición presente, para la evaluación de datos (**Anexo 03**).

Tabla 4 Irradiancia Solar Sector Democracia

Democracia - Irradiancia Solar Incidente de Superficie de Todo Cielo	
Latitud	$-6,077239^\circ$
Longitud	$-77,177973^\circ$
Enero	4.59 (kWh/m ² /día)
Febrero	3.64 (kWh/m²/día)
Marzo	3.84 (kWh/m ² /día)
Abril	3.82 (kWh/m ² /día)
Mayo	3.88 (kWh/m ² /día)
Junio	4.38 (kWh/m ² /día)
Julio	4.21 (kWh/m ² /día)
Agosto	4.46 (kWh/m ² /día)
Setiembre	4.8 (kWh/m ² /día)
Octubre	4.62 (kWh/m ² /día)
Noviembre	4.78 (kWh/m ² /día)
Diciembre	4.72 (kWh/m ² /día)
Valor Promedio	4.31 (kWh/m ² /día)
Valor Mínimo	3.64 (kWh/m ² /día)
Valor Máximo	4.8 (kWh/m ² /día)

Fuente: Propia

2.1.2.2. Sector Las Palmeras

Se utilizó el dato de “Irradiancia Solar Incidente de Superficie de Todo Cielo de CERES”, que nos brinda los datos obtenidos con la condición del cielo presente. A diferencia de los datos a cielo despejado que muestra “condiciones ideales” en la zona.

También se utilizará el año 2022, el último año de medición presente, para la evaluación de datos (**Anexo 04**).

Tabla 5: Irradiancia Solar Sector Las Palmeras

Las Palmeras - Irradiancia Solar Incidente de Superficie de Todo Cielo	
Latitud	- 6,051681°
Longitud	-77,169652°
Enero	4.59 (kWh/m ² /día)
Febrero	3.64 (kWh/m²/día)
Marzo	3.84 (kWh/m ² /día)
Abril	3.82 (kWh/m ² /día)
Mayo	3.88 (kWh/m ² /día)
Junio	4.38 (kWh/m ² /día)
Julio	4.21 (kWh/m ² /día)
Agosto	4.46 (kWh/m ² /día)
Setiembre	4.8 (kWh/m ² /día)
Octubre	4.62 (kWh/m ² /día)
Noviembre	4.78 (kWh/m ² /día))
Diciembre	4.72 (kWh/m ² /día)
Valor Promedio	4.31 (kWh/m ² /día)
Valor Mínimo	3.64 (kWh/m ² /día)
Valor Máximo	4.8 (kWh/m ² /día)

Fuente: Propia

2.1.3. Apreciación de bases de datos y condición final de la zona.

La base de datos brindada por la NASA en su plataforma POWER Data Access Viewer nos brinda datos de medición por coordenadas y además mayor acceso de datos ya que se cuenta con recolección de datos mayor a 10 años.

Por lo que se llega a la conclusión de que Rioja cuenta con el recurso solar para la aplicación de paneles fotovoltaicos.

3. DIMENSIONAMIENTO

Dado que en el punto anterior se apreció que los resultados obtenidos en ambas tablas con diferentes coordenadas son las mismas se procede a utilizar el sector de Las Palmeras. Esta selección se hace ya que la evaluación a nivel de irradiancia son las mismas se consideró otro factor para la selección del lugar.

El espacio disponible en la zona es amplio en la zona de Las Palmeras y son espacios más llanos además de que se encuentra cerca a la SET de Santa Rosa, que el punto de la subestación de transmisión.

3.1. Hora Solar Pico

Para el dimensionamiento de la hora solar pico se utilizará el valor mínimo registrado en el último año de medición (2022) presente en el software que es de 3,64 (kW-hr/m²/día).

$$HSP = \frac{3\,640 \text{ Wh/m}^2}{1\,000 \text{ W/m}^2}$$

$$HSP = 3,64 \text{ h}$$

Este valor representa las horas en las que el sol está a 1000 W/m^2

3.2. Cálculo de Inclinación

Se procede a utilizar las coordenadas del sector Las Palmeras.

Las palmeras: (Latitud: -6.051681°).

$$\beta_{opt} = 3,7 + 0.69|6,051681^\circ|$$

$$\beta_{opt} = 3,7 + 0.69|6,051681^\circ|$$

$$\beta_{opt} = 7,8757^\circ$$

Para mejores condiciones de mantenimiento se colocará a 15° que es para paneles solares fijos

3.3. Potencia Pico

Este dato será la potencia máxima que logrará entregar el sistema fotovoltaico y se calcula considerando los valores de hora solar pico (HSP) y la energía consumida diaria.


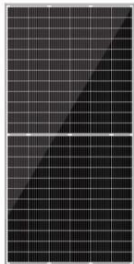

$$P_{pv(pico)} \geq \frac{392\,122.8 \text{ Wh}}{3.64 \text{ h} * 0.8}$$

$$P_{pv(pico)} \geq 134\,657.5 \text{ W}$$

3.4. Datos del Panel seleccionado

Se cuenta con las siguientes opciones de paneles Fotovoltaicos debido a que son de fácil acceso a costos e información:

Tabla 6: Comparación de Paneles FV

Panel Monocristalino JA Solar – 545 W	Panel Monocristalino PERC Ecogreen 550W	Panel Solar Monocristalino Vertex S – 400 W
		

Fuente: Propia

Se realizó la selección de paneles monocristalinos debido a su mayor eficiencia a diferencia del resto de modelos (entre el 17% y el 23%).

Además, se hizo la selección de la marca JA Solar debido a que se encontró que este producto lo pueden distribuir por cajas con 36 paneles por lo que era una ventaja respecto al resto y entrega una eficiencia del 21.1%.

Se extrajo datos relevantes de la ficha técnica del panel seleccionado (**Anexo 05**).

Tabla 7: Ficha Técnica del Panel JA Solar 545 W

Descripción	Valor
Potencia Pico (P_{máx})	545 W
Voltaje de trabajo del Panel	24 V
Voltaje de máxima Potencia (VMP)	41.8 V
Intensidad a máxima Potencia (IMP)	13.04 A
Voltaje de circuito Abierto (Voc)	49.75 V
Intensidad en cortocircuito (Icc)	13.93 A
Ancho	1.134 m
Largo	2.279 m

Fuente: Propia

3.5. Cantidad de Paneles

La cantidad de paneles viene determinada por el valor nominal de la potencia presente en las fichas técnicas del panel solar.

$$\#modulos_{max} \geq \frac{P_{pv(pico)}}{potencia\ del\ modulo}$$

$$\#modulos_{max} \geq \frac{134\ 657,5\ W}{550\ W}$$

$$\#modulos_{max} \geq 247,077$$

$$\#modulos_{max} = 248$$

$$P_{pv} = 248 * 545 = 135\ 160\ W = 135,16\ kW$$

Se obtuvo un valor de **248** paneles monocristalinos obteniendo **135 160** Watts.

3.6. Dimensionamiento del Inversor

Según los datos obtenidos anteriormente se procede a distribuirlo en el terreno. A la potencia obtenida de paneles (135 160W) se le dará un factor de seguridad de 25% para el dimensionamiento de la potencia del inversor.

$$P_{inv} = 135\ 160\ W * 1,25 = 168\ 950\ W$$

Se realizó la búsqueda de inversores y debido a la dificultad de acceso a la información y costos en inversores de gran escala se hizo la selección del que cumpla con las condiciones.



Ilustración 10: Inversor RPS 450 Compact 170kW

RPS 450 Compact Outdoor		0030	0060	0120	0170
Input ratings / Eingangsnennwerte					
Recommended PV Field peak power Empfohlene PV-Feld-Spitzenleistung	kWp	30	60	120	170
Max. input current / Max. Eingangsstromstärke	A	70	140	250	350
Max. input voltage / Max. Eingangsspannung	V	1000			
MPPT range / MPPT-Bereich	V	425 ... 875			
Number of MPP Trackers / Anzahl MPP-Tracker	-	1			
Output ratings / Ausgangsnennwerte					
Mains voltage / Netzspannung	V	400 (IT-grid)			
Mains frequency / Netzfrequenz	Hz	50 / 60			
Rated power / Nennausgangsleistung	kVA	27	54	108	150
Rated current / Nennstromstärke	A	39	78	156	217
Power factor range / Leistungsfaktorbereich	-	controllable 0.9i ... 0.9c (nominal > 0.99 at rated power) steuerbar 0,9i ... 0,9c (nominal > 0,99 bei Nennleistung)			
Current harmonic distortion / Stromverzerrung	%	< 3 at rated power / < 3 bei Nennleistung			
Auxiliary Power Supply / Hilfsspannungsversorgung	-	230 V, external, TN-S-grid / 230 V, extern, TN-S-Netz			
Efficiency / Wirkungsgrad					
Maximum efficiency / Max. Wirkungsgrad	%	95.2	95.7	96.7	96.7
European efficiency / Europ. Wirkungsgrad	%	94.4	94.9	95.9	95.9
Standby Power Consumption Standby-Leistungsaufnahme	W	20			

Ilustración 11: Ficha técnica Inversor RPS 450 Compact Fuente: Bonfiglioli

3.7. Arreglo de Paneles fotovoltaicos y Simulación

Los arreglos de se darán según las condiciones máximas de entrada el inversor las cuales son los siguientes (**Anexo 06**):

Tabla 8: I y V máximo de entrada del Panel

Características	Valores
Corriente máxima de entrada	250 A
Voltaje máximo de entrada	1000 V

Fuente: Propia

Y los valores de funcionamiento del panel fotovoltaico que son 545 W a 24V con una corriente máxima de 13,04 A. Se requieren 248 paneles.

$$\#Paneles \text{ en serie } máx = (1\ 000\ V / 24\ V) = 41,6 \approx 42$$

$$\#Paneles \text{ en paralelo } máx = (250\ A / 13,04\ A) = 19,17 \approx 19$$

Se realizó el dimensionamiento de los paneles y el arreglo fotovoltaico mediante el uso del software Pvsyst.

Interfaz 01: Se muestra las coordenadas de Las Palmeras ingresadas

The screenshot displays the 'Ubicación' (Location) configuration window in Pvsyst. The 'Nombre del sitio' (Site Name) is 'Las Palmeras'. The 'País' (Country) is 'Perú' and the 'Región' (Region) is 'América del Sur'. The 'Coordenadas geográficas' (Geographic Coordinates) section shows:

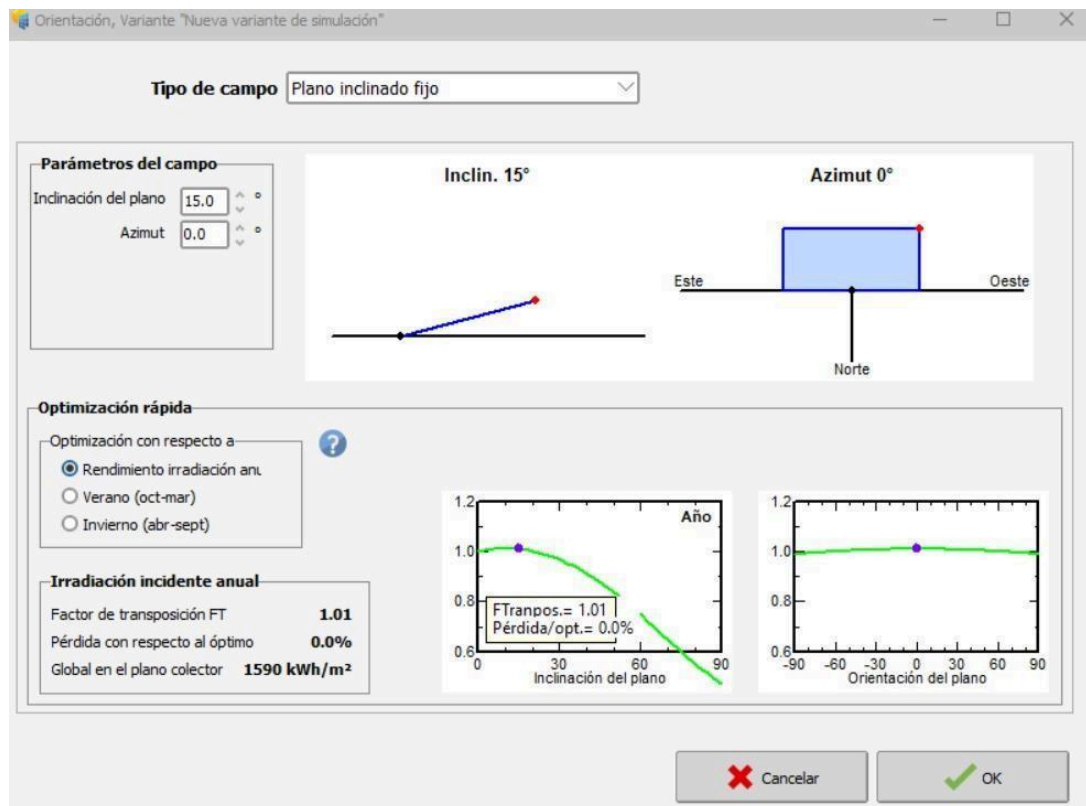
- Latitud (Latitude): -6.0517 (Decimal) or -6° 3' 6" (Grad. Min. Seg.)
- Longitud (Longitude): -77.1696 (Decimal) or -77° 10' 10" (Grad. Min. Seg.)
- Altitud (Altitude): 853 M por encima del nivel del mar
- Zona horaria (Time Zone): -5.0

 The 'Importación de datos meteo' (Weather Data Import) section is active, with 'Meteonorm 8.1' selected as the data source. The version is set to 5.2. The bottom navigation bar includes buttons for 'Importar', 'Exportar línea', 'Exportar tabla', 'Nuevo sitio', 'Imprimir', and 'Cerrar'.

Interfaz 02: Tabla de datos obtenidos por nuestra extracción de datos.

Coordenadas geográficas			Datos meteo mensuales			Mapa interactivo		
Sitio			Las Palmeras (Perú)					
Fuente de datos			NASA					
	Irradiación horizontal global	Temperatura						
	kWh/m ² /día	°C						
Enero	4.59	17.9						
Febrero	3.64	17.2						
Marzo	3.84	16.6						
Abril	3.82	16.4						
Mayo	3.88	16.5						
Junio	4.38	15.4						
Julio	4.21	16.3						
Agosto	4.46	16.5						
Septiembre	4.80	17.8						
Octubre	4.62	17.9						
Noviembre	4.78	18.1						
Diciembre	4.72	17.8						
Año	4.32	17.0						
	Pegar	Pegar						

Interfaz 03: Angulo de inclinación Ideal dado por Software obtenido de la ubicación de Las Palmeras.



Interfaz 04: Ingreso de Datos de los paneles y del inversor para que se proceda con la simulación del sistema.

Subconjunto

Nombre y orientación del subconjunto

Nombre:

Orientación: **Plano inclinado fijo**

Inclinación: **15°**

Azimut: **0°**

Ayuda de pre-dimensionamiento

Sin dimensionamiento

Ingrese potencia planeada: kWp

Redimens.

... o área disponible(módulos): m²

Seleccione el módulo FV

Disponibles ahora: Todos los módulos F

Módulo bifacial Sistema bifacial

545 Wp 35V HIT HDT-72GHF-430 Desde 2021 Manufacturer 2022

Usar optimizador

Dimensiona. voltaje : Vmpp (60°C) **37.8 V**

Voc (-10°C) **53.1 V**

Seleccione el inversor

Disponibles ahora: Voltaje de salida 440 V Tri 60Hz 50 Hz 60 Hz

153 kW 425 - 875 V TL 60 Hz M125HV 600V Desde 2018

Núm. de inversores: Voltaje de funcionamiento: **425-875 V** Poder global inversor: **153 kWca**

Voltaje máximo de entrada: **1000 V**

Diseñe el conjunto

Núm. de módulos y cadenas

Mód. en serie: entre 12 y 18

Núm. cadenas: entre 19 y 25

Perdida sobrecarga: **0.0 %**

Proporción Pnom: **1.02**

Núm. de módulos: 285 **Área: 574 m²**

Condiciones de operación

Vmpp (60°C): 567 V

Vmpp (20°C): 627 V

Voc (-10°C): 796 V

Irradia. plano: **1000 W/m²**

Imp (STC): 248 A

Isc (STC): 265 A

Isc (en STC): 265 A

Máx. en datos STC
 Potencia de funcionamiento máx.: **165 kW**
 (en 1134 W/m² y 50°C)
Potencia nom. conjunto (STC) 155 kWp

Interfaz 06: Resultados preliminares de la simulación

Parámetros de simulación		Generador FV		Resultados principales	
Proyecto	Las Palmeras	Módulo FV	HDT-72GHF-430	Producción del sistema	217 MWh/año
Sitio	Las Palmeras	Potencia nominal	155 kWp	Prod. específica	3400 kWh/kWp/año
Tipo sistema	Conectado a la red	Voltaje MPP	41.3 V	Proporción de rendimiento	0.899
Simulación	01/01 al 31/12 (Datos metro genéricos)	Corriente MPP	13.2 A	Inversor	M125HV_600V
				Inv. unidad de potencia	153 kW
				Núm. de inv.	1
				Prod. normalizada	3.83 kWh/kWp/día
				Pérdidas del conjunto	0.41 kWh/kWp/día
				Pérdidas del sistema	0.06 kWh/kWp/día



A continuación, se presentan los resultados del informe de simulación (**Anexo 07**).



Project: Las Palmeras

Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.4.6

VC0, Simulation date:
06/05/24 22:22
with V7.4.6

CO₂ Emission Balance

Total: 1288.2 tCO₂

Generated emissions

Total: 188.64 tCO₂

Source: Detailed calculation from table below

Replaced Emissions

Total: 1702.1 tCO₂

System production: 217.38 MWh/yr

Grid Lifecycle Emissions: 261 gCO₂/kWh

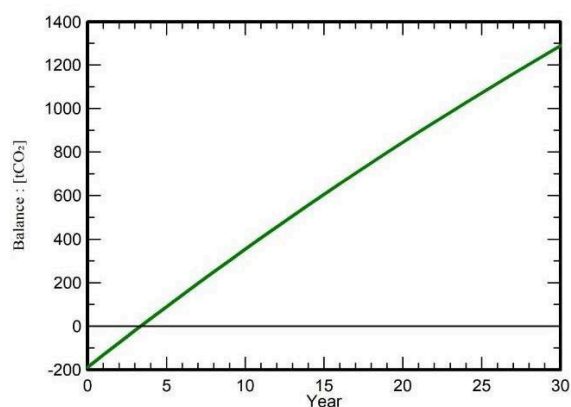
Source: IEA List

Country: Peru

Lifetime: 30 years

Annual degradation: 1.0 %

Saved CO₂ Emission vs. Time



System Lifecycle Emissions Details

Item	LCE	Quantity	Subtotal [kgCO ₂]
Modules	1351 kgCO ₂ /kWp	136 kWp	184117
Supports	1.74 kgCO ₂ /kg	2500 kg	4352
Inverters	172 kgCO ₂ /	1.00	172

Ilustración 12: Resultados de Informe de Simulación en Pvsyst

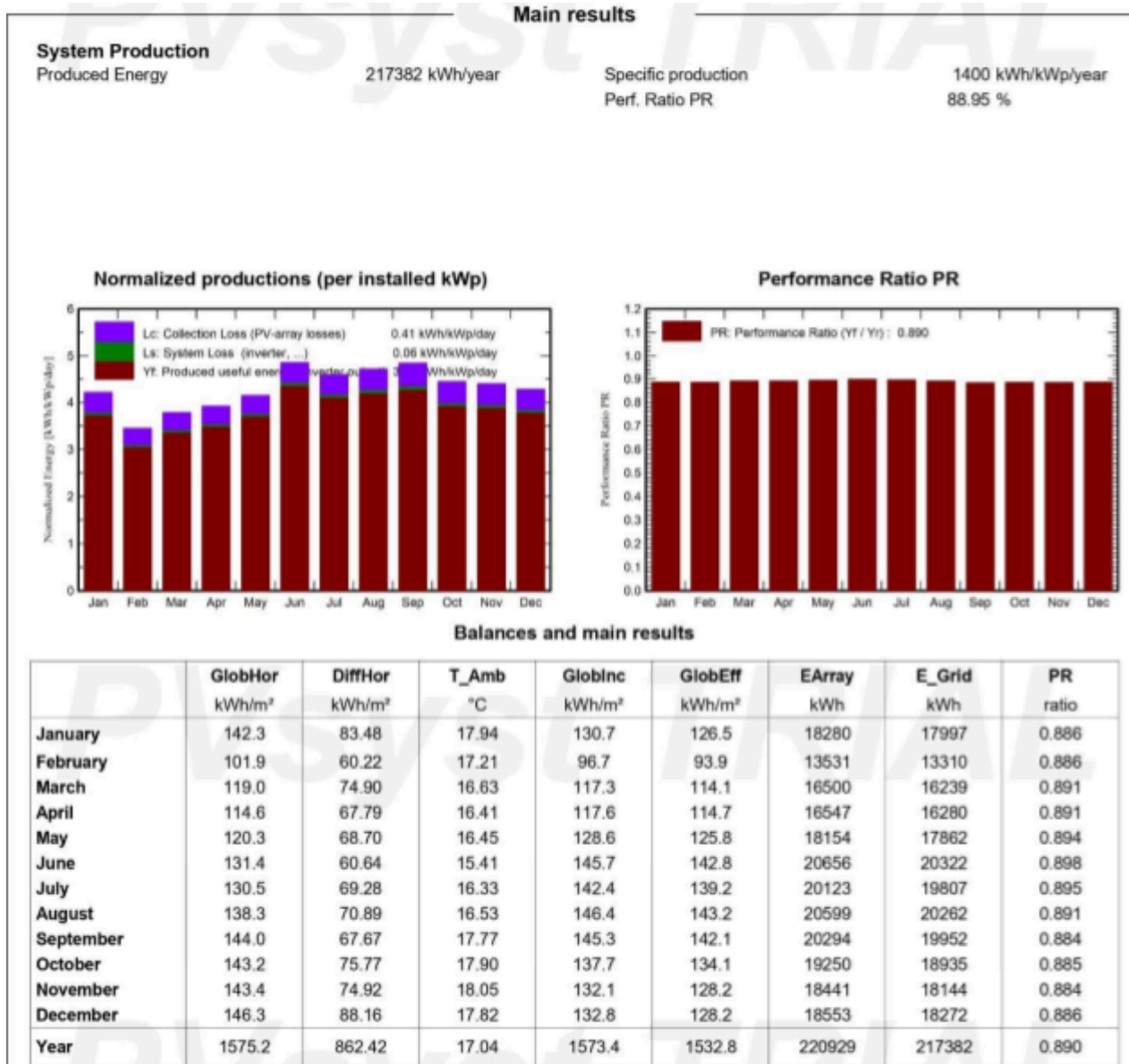


Ilustración 13: Resultados de Energía Anual en Pvsyst

En la simulación se observa que el margen de sobredimensionamiento de seguridad inicialmente asignado al inversor se redujo, lo que resulta en un sobredimensionamiento del 8% según la selección actual del inversor.

Se obtuvo una generación de energía de 217, 38 MWh/año y una emisión de CO2 salvada de 850 tCO2 aproximadamente.

3.8. Distancia y Colocación de paneles

Primero se va a determinar cuántos paneles podrían caber en el área designada que es de 149402 metros cuadrados.

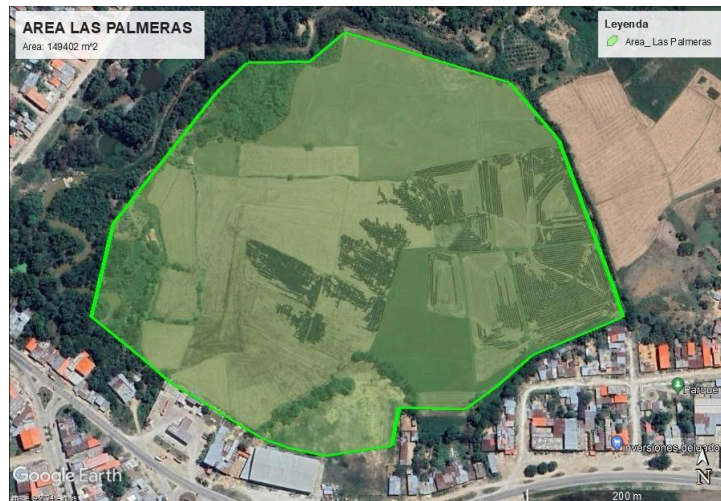


Ilustración 14: Área Designada la Palmeras

En base al área se hará el cálculo de cuánto es el espacio que debe haber entre panel y panel debido a que es estático y se busca evitar sombras entre ellos.

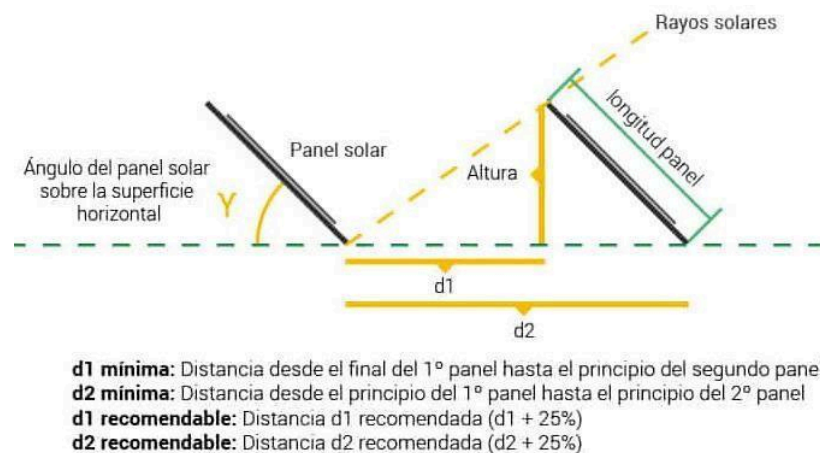


Ilustración 15: Gráfico de Distancias en Paneles

Se halla el valor de D en la siguiente expresión.

$$D = l * \left(\frac{\text{sen } \beta}{\tan \alpha} + \cos \beta \right)$$

Para continuar con el proceso nos apoyaremos de la calculadora virtual de Easy Solar para hallar el valor del ángulo solar en la latitud presente en Las Palmeras.

CALCULAR LA DISTANCIA MINIMA ENTRE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Altura del panel h	1.134	m
El ángulo de inclinación de los paneles α	15	°
Latitud del hemisferio norte φ	-6.051681	°
El ángulo de incidencia de los rayos solares β	72.781681	°
La distancia entre las filas	1.187	m

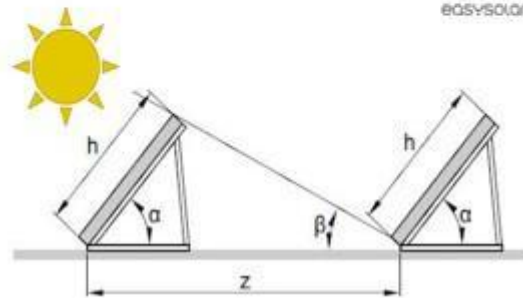


Ilustración 16:Calculadora Solar de Easy Solar

Entonces, en base a lo presentado y las características de nuestro panel se tiene que:

$$D = 1,134 * (\sin(15) / \tan(72,78) + \cos(15))$$

$$D = 1,19 \text{ m}$$

Se obtienen como resultados lo siguiente:

- Y: 15°
- Altura: 0.30 m
- Longitud de panel: 1.134 m
- d2: 1,19 = 1,19 * 1,25 = 1,49 m
- d1: 1,19 - 1,1 = 0,09 * 1,25 = 0,11 m

Se considerará entonces como valor un redondeo por exceso a 2 metros la separación entre panel y panel.

3.9. Diseño de la conexión a la red en Media Tensión

Diseño de la conexión a red en media tensión de Rioja, se utilizará un transformador elevador de tensión a 20 kV.

Las condiciones de salida del inversor trifásico son las siguientes:

- Voltaje Nominal: 440V
- Corriente Nominal: 217 A
- F.P: 0,9
- Frecuencia: 60 Hz

Entonces se calcula la potencia del transformador necesario.

$$KVA = \frac{\sqrt{3} * V_n * I_n}{1000}$$

$$KVA = \sqrt{3} * 440V * 217A / 1000 = 165,38 KVA$$

$$Pot. Transformador = 165,38 KVA * 1,20 = 198,456 \approx 200 kVA$$

Ahora se procede a evaluar la conexión a la red en media tensión.



Ilustración 17: Ruta existente en MT Fuente: Google Earth

El modelado se realizó usando el Software DLTCAD y luego se pasó a Google Earth para presentarlo junto al croquis de esa zona en la ciudad y la red en MT existente (**Anexo 08**).

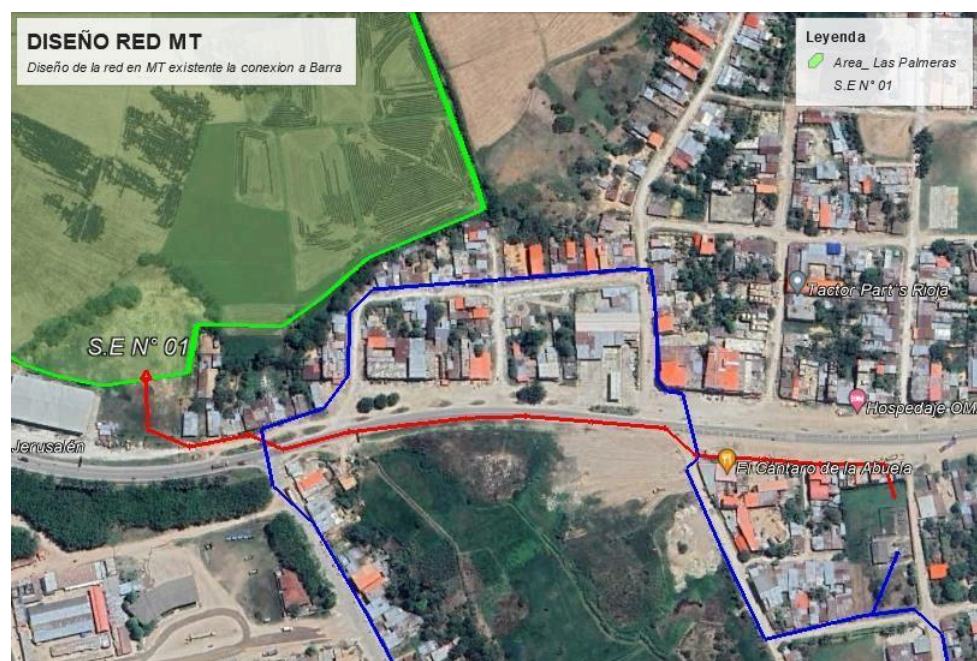


Ilustración 18: Presentación del diseño de línea nueva con la existente

El diagrama unifilar de conexión de la línea a la barra de Rioja (**Anexo 09**).

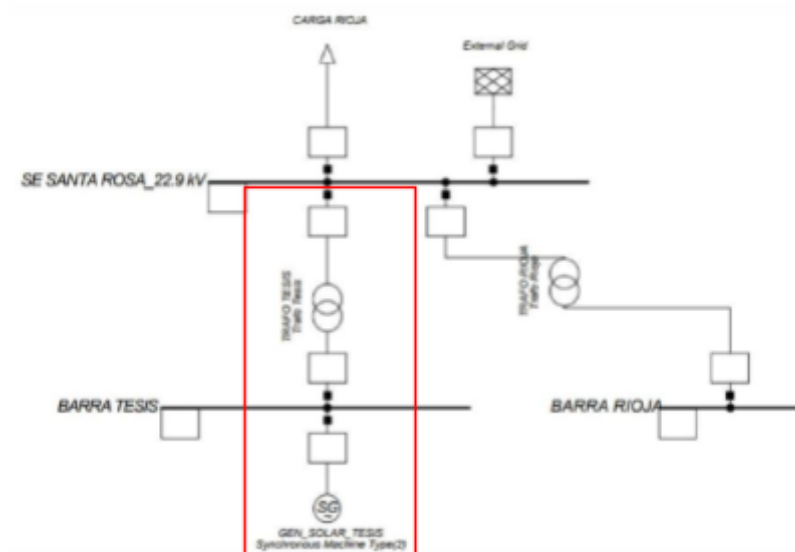


Ilustración 19: Diagrama unifilar de conexión a RED

Se realizó un modelado total de la central Fotovoltaica en REVIT con sus dimensiones calculadas, el diseño de línea, sus componentes y parámetros correspondientes para poder obtener los metrados (**Anexo 10**).

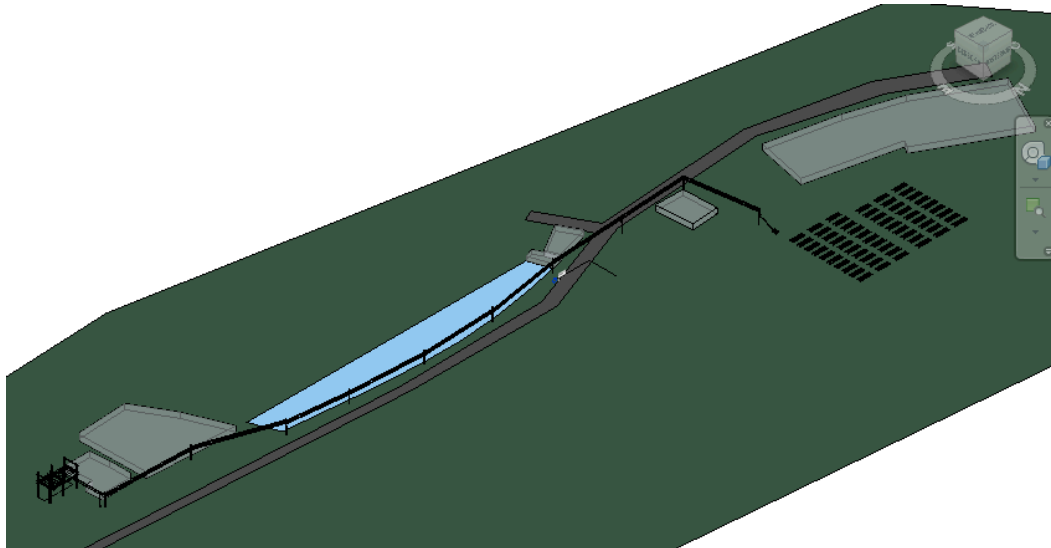


Ilustración 20: Modelado en REVIT Fuente: Propia

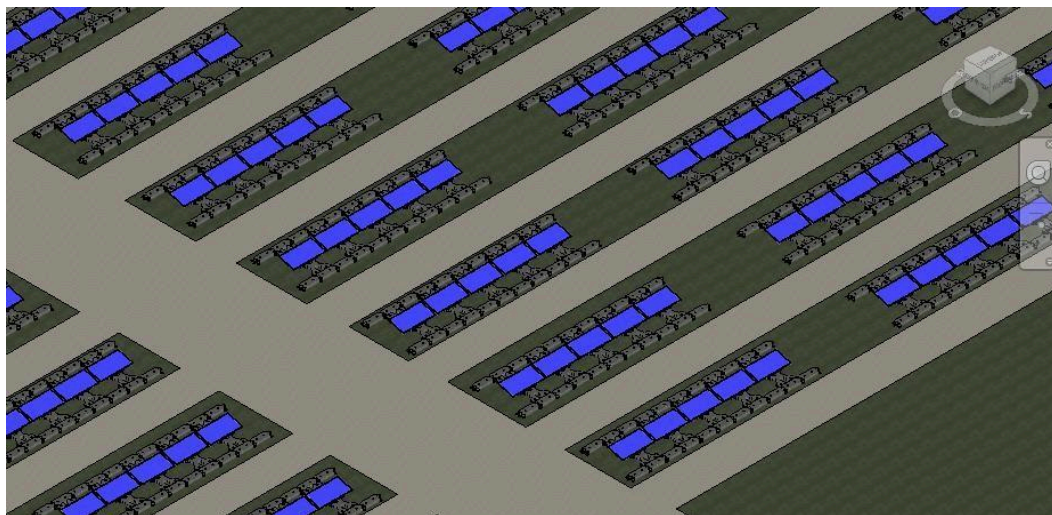


Ilustración 21: Distribución de Paneles FV Fuente: Propia

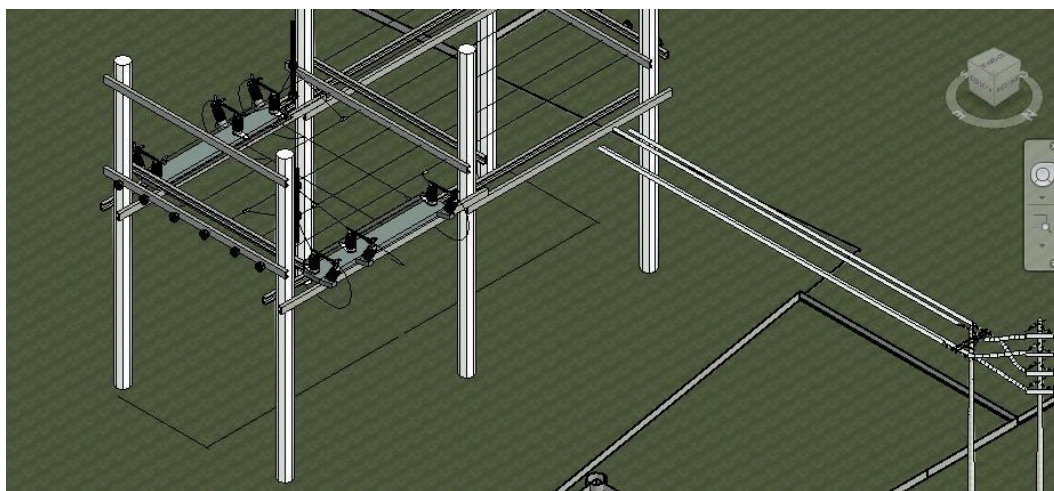


Ilustración 22: Modelado de Conexión a Barra MT Fuente: Propia

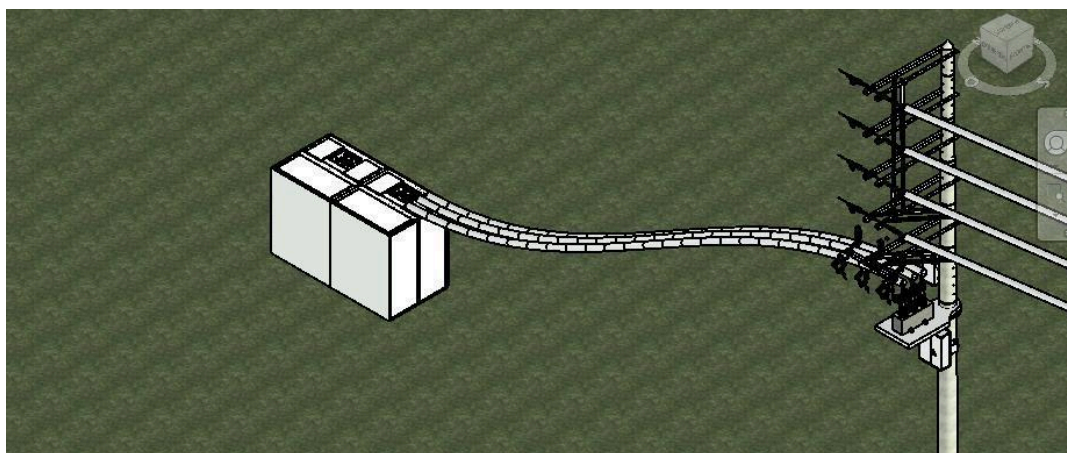


Ilustración 23: Modelo de conexión Inversor a Transformador Fuente: Propia

4. ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico partirá del metrado y con eso se obtendrá un presupuesto que nos permitirá evaluar el VAN.

El metrado del proyecto consta de los siguientes elementos. **(Anexo 10)**

Tabla 9: Resumen de elementos del metrado

ARMADOS	17 und
PANELES	285 und
INVERSOR	1 und
TRANSFORMADOR	1 und
CONDUCTOR	1 874 m

Fuente: Propia

La evaluación económica se hizo con una cotización al mes de junio del 2024 además se consideró porcentualmente del total de materiales la mano de obra y equipos. **(Anexo 11)**

Tabla 10: Resumen de Costos de Proyecto

RESUMEN COSTOS	
CONDUCTOR	6 367,533
ARMADOS	40 472,81
COMPONENTES	278 210,35
TOTAL, MATERIALES	325 050, 69
TOTAL, M.O (5%)	16 252, 534
TOTAL, EQUIPOS (3%)	9 751, 520
TOTAL, PROYECTO	351 054, 75
IGV (18%)	63 189, 855
TOTAL, PROYECTO CON IGV	414 244,605

Fuente: Propia

Posteriormente se realizó la evaluación de rentabilidad en el que se consideró el precio de S/. /kWh de 0,3165 céntimos, que es el precio en barra promedio de la generadora de San Gabán, que es de donde la concesionaria de Rioja compra la energía. **(Anexo 12)**

Tabla 11: VAN y TIR del Proyecto

	0.03	%								
Año	Producción (kWh)	Autoconsumo	Energía Suministrada	Inversión	Ingresos	Coste Mantenimiento	Flujo Caja No Actualizado	Ganancias	Flujo Caja Actualizado	Valor Actualizado Neto
1	217 382	65	217 317	414244.60	68 801	8 285	-353728	-353728	-353728	-353728
2	216 295	65	216 230		68 457	8 285	60173	-293556	58420	-295308
3	215 214	65	215 149		68 115	8 285	59830	-233725	58088	-237221
4	214 138	64	214 073		67 775	8 285	59490	-174236	57757	-179464
5	213 067	64	213 003		67 436	8 285	59151	-115085	57428	-122036
6	212 002	64	211 938		67 098	8 285	58814	-56271	57101	-64935
7	210 942	63	210 878		66 763	8 285	58478	2207	56775	-8160
8	209 887	63	209 824		66 429	8 285	58144	60351	56451	48290
9	208 837	63	208 775		66 097	8 285	57812	118163	56128	104419
10	207 793	62	207 731		65 767	8 285	57482	175645	55807	160226
11	206 754	62	206 692		65 438	8 285	57153	232798	55488	215714
12	205 720	62	205 659		65 111	8 285	56826	289623	55171	270885
13	204 692	61	204 630		64 785	8 285	56500	346123	54854	325739
14	203 668	61	203 607		64 461	8 285	56176	402299	54540	380279
15	202 650	61	202 589		64 139	8 285	55854	458153	54227	434506
16	201 637	60	201 576		63 818	8 285	55533	513686	53916	488422
17	200 629	60	200 568		63 499	8 285	55214	568901	53606	542028
18	199 625	60	199 566		63 181	8 285	54897	623797	53298	595326
19	198 627	60	198 568		62 866	8 285	54581	678378	52991	648316
20	197 634	59	197 575		62 551	8 285	54266	732644	52686	701002

Fuente: Propia

Tabla 12: Cuadro de datos del Proyecto

Datos		
Producción Anual	217 382	kWh
Descenso Producción	0,5	%
Coste Total	414 244,60	S/.
Precio kWh - Autoconsumo	0,3165	S/.
Precio kWh	0,3165	S/.
Coste Mant.	2	%
Interés	3	%
TIR 20 años	15%	
TIR 10 años	11%	
TIR 5 años	-14%	
TIR 3 años	-49%	

Fuente: Propia

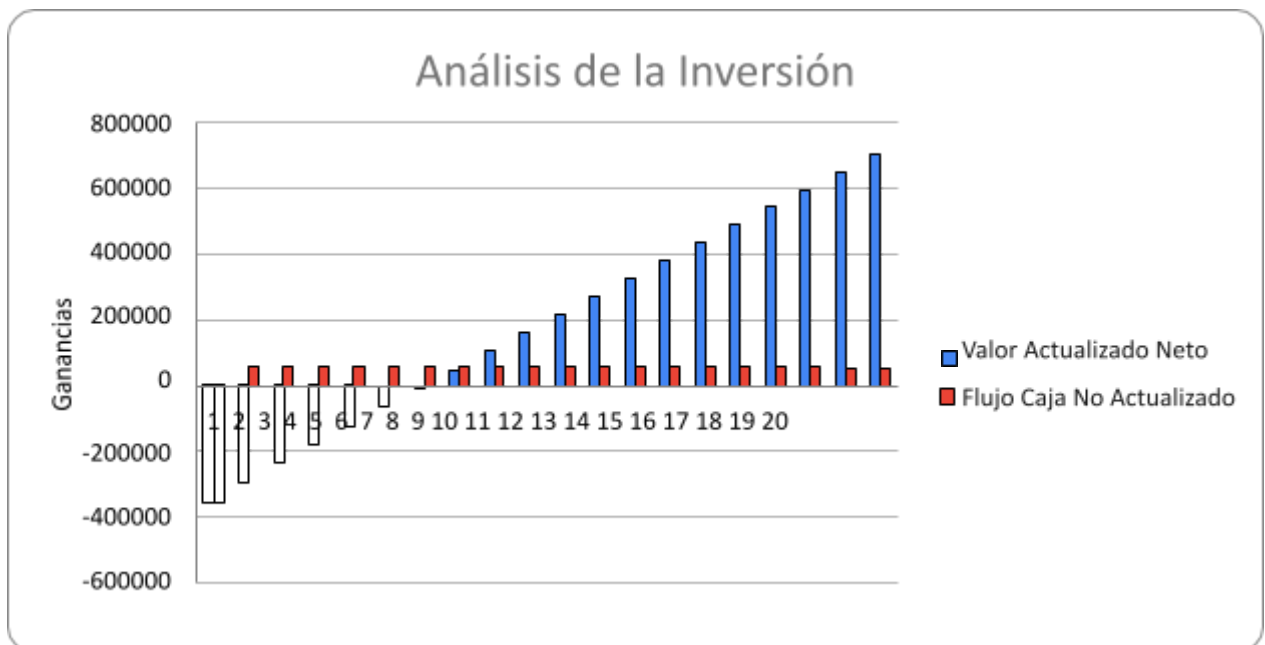


Ilustración 24: Gráfico de VAN del proyecto

El proyecto muestra datos positivos a partir del año 10 con un 11% y para el año 20 tiene una recuperación del 15% con un 2% de coste de mantenimiento.

VII. CONCLUSIONES

En este trabajo se logró dar dimensiones para la central fotovoltaica mediante cálculos tomando referencia la demanda energética del distrito de Rioja en el mes de marzo que fue en promedio 392,123 kWh, y se validaron los datos y el diseño utilizando software Pvsyst, lo que confirmó la viabilidad técnica y la capacidad del sistema propuesto para generar la energía y diversificar su fuente de energía eléctrica de Rioja, de esa manera reduciendo la dependencia exclusiva del SEIN.

Mediante la recopilación y análisis de datos solares, se determinó que Rioja posee potencial para la generación de energía solar fotovoltaica, con unas 3,64 horas solares pico, lo que permite generar 217,382 kWh. Sin embargo, al seleccionar la ubicación más ideal para la instalación de la central fotovoltaica, basándonos en factores como la irradiación solar, disponibilidad de terreno y proximidad a la red eléctrica existente, se observó que se podría generar una mayor cantidad de energía debido a la extensa disponibilidad de terreno. Lo que abre las puertas a posibles expansiones que permitan cubrir mayor parte de la demanda energética a Rioja.

Y la evaluación económica del proyecto mostró que la implementación de la central fotovoltaica en Rioja es financieramente viable con un TIR del 15% a los 20 años de duración del proyecto. Se analizaron los costos iniciales de S/. 414 244, 60 nuevos soles, donde se consideran los costos de operación y mantenimiento, así como los beneficios económicos a largo plazo, destacando el ahorro en costos de energía y la reducción de emisiones de carbono.

A pesar de estos hallazgos positivos, es importante señalar que el diseño actual sólo cubre aproximadamente el 4,14% de la demanda energética del mes de marzo. Esto indica que, para alcanzar una mayor cobertura y maximizar el impacto del proyecto, sería necesario considerar una expansión del sistema fotovoltaico.

VIII. RECOMENDACIONES

Este trabajo presentó retos en la obtención de datos de irradiancia solar de la zona, por lo que se recomienda utilizar un piranómetro para obtener datos más precisos. De esta manera, se dispondrá de información más exacta y se podrán realizar cálculos más precisos.

Además, se recomienda considerar la disponibilidad del terreno al dimensionar la central fotovoltaica, ya que la extensión significativa del mismo permite la posibilidad de generar una mayor cantidad de energía eléctrica

De esta investigación una complicación muy grande fue obtener las cotizaciones de los productos o de fichas técnicas de los componentes para la central, por lo que se recomienda realizar cotizaciones personalizadas.

Asimismo, se aconseja realizar un estudio de protección y coordinación, además de un análisis de potencia, utilizando un software especializado como DIgSilent. Esto permitirá observar el comportamiento de la red al conectar la central fotovoltaica y evaluar la posibilidad de inyectar una mayor cantidad de energía eléctrica.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Naciones Unidas, «Naciones Unidas - Acción por el Clima,» [En línea]. Available: <https://www.un.org/es/climatechange/raising-ambition/renewable-energy#:~:text=El%20cambio%20a%20fuentes%20de,en%20favor%20de%20la%20salud..> [Último acceso: 26 04 2024].
- [2] Fundación Endesa, «Fundación Endesa,» [En línea]. Available: <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/generacion-distribuida#:~:text=Reduce%20las%20p%C3%A9rdidas%20en%20la%20red%20el%C3%A9ctrica.&text=Por%20lo%20tanto%2C%20la%20generaci%C3%B3n,tensi%C3%B3n%20el%C3%A9ctrica%20para%20su%20tr.> [Último acceso: 26 04 2024].
- [3] L. D. López Fernández y B. C. López Fernández, «Diseño eléctrico de un sistema fotovoltaico on grid para el complejo de concientización y cuidado del mar, Yubarta,» Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, 2022.
- [4] G. F. Huamán Mendoza, «Diseño de un sistema fotovoltaico on grid de autoconsumo e inyección del centro de salud Haqaira, Apurimac 2020,» Universidad Tecnológica del Perú, Lima, 2020.
- [5] C. Mateos Pulido y E. Ledesma Valle, «Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para generar electricidad en la I.E 14508,» Universidad Tecnológica del Perú, Lima, 2021.
- [6] J. J. Reyes Jurupe, «Diseño de una central fotovoltaica para suministrar con energía eléctrica al caserío la algodónera del distrito de Olmos,» Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, 2019.
- [7] E. Ramos, «La generación distribuida: El camino hacia la producción descentralizada de electricidad y pautas para su reglamentación,» Forseti. Revista de Derecho, Lima, 2020.
- [8] F. H. N. Ramirez, CENTRALES DE GENERACION Y SUBESTACIONES ELECTRICAS, Santo Domingo: Universal APEC, 2015.
- [9] Electro Norte S.A., «Gob.Pe,» 24 11 2023. [En línea]. Available: <https://www.gob.pe/institucion/ensa/noticias/871807-evita-accidentes-respetar-las-distancias-minimas-de-seguridad-que-deben-existir-entre-las-redes-electricas-y-las-edificaciones.> [Último acceso: 05 05 2024].
- [10] Endesa Fundación, «Endesa Fundación,» [En línea]. Available: <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/corrientes-alternas-con-un-transformador-electrico.> [Último acceso: 05 05 2024].
- [11] F. Adler, M. Berardi, M. Garcia Pedrosa, F. Monticelli y M. Morquecho, «Energía Solar Fotovoltaica,» 2013.

- [12] ECOTEC, «ECOTEC,» [En línea]. Available: <https://ecotec.unam.mx/ecoteca/paneles-fotovoltaicos-2>. [Último acceso: 30 04 2024].
- [13] Grupo Turelectric, «Grupo Turelectric,» [En línea]. Available: <https://grupoturelectric.com/tipos-de-paneles-solares-eficiencia-y-rentabilidad/>. [Último acceso: 2024 04 30].
- [14] SOLCOR Chile, «SOLCOR Chile,» [En línea]. Available: <https://solcorchile.com/on-grid-off-grid/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20son%20los%20sistemas%20solares,respaldan%20por%20la%20red%20el%C3%A9ctrica..> [Último acceso: 05 05 2024].
- [15] Comisión Nacional para el Uso eficiente de la Energía, «Gobierno de México,» 06 06 2014. [En línea]. Available: <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/que-es-la-generacion-distribuida-estados-y-municipios>. [Último acceso: 21 05 2024].
- [16] A. Pérez, «OBS Business School,» [En línea]. Available: <https://www.obsbusiness.school/blog/van-y-tir-dos-herramientas-para-la-viabilidad-y-rentabilidad-de-una-inversion#:~:text=Las%20siglas%20VAN%20corresponden%20al,en%20recuperar%20su%20inversi%C3%B3n%20inicial..> [Último acceso: 09 05 2024].
- [17] P. Ramirez, «Economía 3,» [En línea]. Available: <https://economia3.com/van-tir-concepto-diferencias-como-calcularlos/>. [Último acceso: 09 05 2024].

X. ANEXOS

Anexo 01: Datos de Energía Promedio diaria de marzo

Date/Time	kWh del int
1/03/202423:45:00.000	393.136902
2/03/202423:45:00.000	417.772797
3/03/202423:45:00.000	392.052948
4/03/202423:45:00.000	373.374664
5/03/202423:45:00.000	393.701843
6/03/202423:45:00.000	393.378418
7/03/202423:45:00.000	382.456665
8/03/202423:45:00.000	382.078522
9/03/202423:45:00.000	418.093201
10/03/202423:45:00.000	384.340607
11/03/202423:45:00.000	387.025116
12/03/202423:45:00.000	398.889191
13/03/202423:45:00.000	384.776672
14/03/202423:45:00.000	367.883972
15/03/202423:45:00.000	384.522247
16/03/202423:45:00.000	422.469849
17/03/202423:45:00.000	394.329803
18/03/202423:45:00.000	384.137939
19/03/202423:45:00.000	378.669861
20/03/202423:45:00.000	388.728027
21/03/202423:45:00.000	392.39212
22/03/202423:45:00.000	397.153625
23/03/202423:45:00.000	393.106079
24/03/202423:45:00.000	376.655914
25/03/202423:45:00.000	352.275452
26/03/202423:45:00.000	396.846893
27/03/202423:45:00.000	399.230164
28/03/202423:45:00.000	403.046814
29/03/202423:45:00.000	403.956482
30/03/202423:45:00.000	429.099152
31/03/202423:45:00.000	390.224274
PROMEDIO	392.1227811

Anexo 02: Datos de Energía Promedio cada 15 min - marzo

Hora	Energía Promedio kWh
00:15	396.612152
00:30	383.239197
00:45	370.1698
01:00	362.13446
01:15	357.901947
01:30	351.660248
01:45	346.314575
02:00	340.769775
02:15	341.104767
02:30	333.02063
02:45	330.003967
03:00	329.434448
03:15	328.133331
03:30	332.190735
03:45	331.014221
04:00	328.991882
04:15	330.297211
04:30	328.843048
04:45	335.322205
05:00	330.356415
05:15	329.006805
05:30	324.319183
05:45	273.377533
06:00	272.648987
06:15	285.086975
06:30	293.908173
06:45	308.369049
07:00	320.223755
07:15	333.089508
07:30	350.363647
07:45	350.040802
08:00	360.620483
08:15	380.853485
08:30	405.128387
08:45	438.522705
09:00	451.324341
09:15	464.967804
09:30	470.637329
09:45	470.284637
10:00	478.666168
10:15	470.310852
10:30	462.553162
10:45	477.470703

11:00	484.413147
11:15	496.219482
11:30	476.363251
11:45	458.923401
12:00	469.393951
12:15	463.752411
12:30	456.44342
12:45	460.452972
13:00	460.156677
13:15	451.7099
13:30	442.061401
13:45	434.952667
14:00	441.87619
14:15	434.561127
14:30	446.631531
14:45	446.942322
15:00	454.53186
15:15	454.756927
15:30	460.875183
15:45	459.6763
16:00	458.199005
16:15	463.093872
16:30	458.408417
16:45	459.113281
17:00	454.951721
17:15	436.937897
17:30	435.141449
17:45	438.346985
18:00	450.913025
18:15	469.664429
18:30	507.065125
18:45	599.541565
19:00	627.110657
19:15	634.81012
19:30	642.354675
19:45	639.229858
20:00	636.388977
20:15	624.737427
20:30	600.462769
20:45	585.965515
21:00	575.965698
21:15	554.50293
21:30	539.681091
21:45	528.112732
22:00	516.868652
22:15	497.442169
22:30	480.016937
22:45	461.240173
23:00	441.377441
23:15	422.708374
23:30	410.505981
23:45	393.136902

Anexo 03: Datos de Irradiancia Solar Democracia

NASA/POWER CERES/MERRA2 Native Resolution Monthly and Annual		
Dates (month/day/year):	01/01/1984 through 12/31/2022	
Location:	Latitude -6.0772	Longitude -77.178
Elevation from MERRA-2:	Average for 0.5 x 0.625 degree lat/lon region = 983.69 meters	
Parameter(s):		
ALLSKY_SFC_SW_DWN	Irradiancia Solar Incidente de Superficie de Todo Cielo de CERES SYN1deg (KWh/m ² /dia)	

CERES SYN1deg All Sky Surface Shortwave Downward Irradiance (KWh/m ² /day)														
PARAMETER	YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	ANN
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1984	5.35	4.7	4.58	4.96	4.1	4.29	5.08	4.31	4.95	4.59	4.89	4.85	4.72
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1985	4.64	4.51	5.03	4.64	4.33	4.36	4.4	4.47	5.01	5.45	5.32	5.29	4.79
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1986	4.22	4.59	4.63	4.91	4.52	4.54	4.31	4.25	4.58	4.99	5.52	4.91	4.66
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1987	4.79	4.69	5.27	5.31	5.22	4.94	4.48	4.92	4.85	5.52	5.01	4.83	4.99
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1988	4.44	5.03	4.87	4.37	4.53	5.01	4.64	4.56	4.56	4.54	4.8	4.83	4.68
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1989	4.99	4.54	4.6	4.81	4.83	4.38	4.68	4.62	4.93	4.84	6.14	6.42	4.98
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1990	5.09	5.34	4.7	5.04	4.93	4.17	4.52	4.68	5.22	5.15	5.09	5.29	4.93
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1991	5.04	5.01	4.36	4.92	4.73	4.81	5.27	5.16	5.18	4.88	5.65	6.0	5.09
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1992	5.5	5.13	4.97	4.82	5.01	4.26	4.65	4.71	4.52	4.38	5.2	4.91	4.84
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1993	4.61	4.81	4.13	4.6	4.78	4.46	4.72	4.73	4.17	4.33	4.9	4.73	4.58
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1994	4.88	4.85	4.66	4.84	4.72	4.16	4.82	4.58	4.67	4.55	4.87	4.59	4.67
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1995	5.67	4.98	4.84	5.05	4.62	4.32	4.47	4.91	4.34	4.81	5.02	4.99	4.84
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1996	4.87	4.5	4.36	4.52	4.48	4.54	4.72	4.27	4.75	4.76	5.98	5.21	4.75
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1997	5.49	4.63	5.27	4.86	4.48	5.03	4.69	4.43	4.89	5.15	4.97	4.96	4.91
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1998	4.88	4.91	4.68	4.99	4.93	4.48	4.78	4.69	5.28	4.96	5.73	5.62	4.97
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1999	4.88	4.58	4.61	4.54	4.17	4.49	4.45	4.9	4.76	5.19	5.23	4.88	4.72
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2000	4.83	4.51	4.42	4.0	4.58	4.3	4.4	4.54	4.58	5.18	6.09	4.77	4.68
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2001	4.23	3.65	3.84	3.83	3.97	3.72	3.78	3.98	4.19	4.47	4.42	4.51	4.05
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2002	4.58	3.75	4.03	3.87	3.66	4.02	3.26	3.8	4.28	4.0	3.94	3.97	3.93
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2003	3.86	3.79	3.82	3.88	3.49	3.84	3.82	4.1	4.27	4.55	4.73	4.16	4.03
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2004	4.99	3.72	3.58	4.22	4.33	3.52	3.55	4.01	3.61	4.52	4.57	4.27	4.08
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2005	4.8	3.72	3.75	3.86	4.06	3.88	4.4	4.05	3.92	4.09	4.86	4.23	4.14
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2006	4.09	3.56	3.77	3.99	4.1	3.81	4.09	3.82	4.25	4.65	4.42	4.03	4.05
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2007	3.95	4.03	3.72	3.78	4.19	3.93	4.01	3.93	3.56	4.5	4.1	4.56	4.02
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2008	3.88	3.79	3.72	4.05	4.04	4.24	3.78	4.13	4.02	4.21	4.41	4.76	4.09
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2009	3.77	3.72	3.64	3.53	3.98	3.91	3.84	4.23	4.23	4.49	4.83	4.24	4.04
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2010	3.83	4.01	3.91	4.04	3.95	3.81	4.33	4.29	4.15	4.5	4.56	4.18	4.13
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2011	4.43	3.97	3.98	4.12	4.01	3.77	3.92	4.21	3.61	4.47	4.54	4.02	4.09
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2012	4.15	3.95	3.99	3.9	4.06	4.18	4.12	4.15	4.03	4.05	4.53	4.3	4.12
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2013	4.0	3.89	3.87	4.8	3.84	3.42	4.1	4.11	4.89	4.28	4.75	4.47	4.2
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2014	3.99	3.34	3.68	3.8	4.01	3.92	4.15	4.16	4.31	4.09	4.57	4.12	4.01
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2015	3.79	3.99	3.78	3.69	3.65	3.68	3.83	4.34	4.33	4.26	4.32	4.1	3.98
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2016	4.8	3.51	3.58	4.15	4.16	4.01	4.19	4.32	4.18	4.76	5.38	4.65	4.68
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2019	3.94	3.7	3.61	4.03	4.15	4.05	4.07	4.0	4.02	3.8	4.36	4.02	3.98
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2020	4.16	3.8	4.0	3.96	4.84	4.3	3.81	4.72	3.58	4.44	4.46	4.17	4.12
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2021	4.05	4.24	3.8	4.2	3.94	3.8	4.18	4.13	4.32	4.54	4.3	4.55	4.17
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2022	4.59	3.64	3.84	3.82	3.88	4.38	4.21	4.46	4.8	4.62	4.78	4.72	4.31



Anexo 04: Datos de Irradiancia Solar Las Palmeras

NASA/POWER CERES/MERRA2 Native Resolution Monthly and Annual		
Dates (month/day/year):	01/01/1984 through 12/31/2022	
Location:	Latitude -6.0517	Longitude -77.1697
Elevation from MERRA-2:	Average for 0.5 x 0.625 degree lat/lon region = 983.69 meters	

Parameter(s):	
ALLSKY_SFC_SW_DWN	Irradiancia Solar Incidente de Superficie de Todo Cielo de CERES SYN1deg (kWh/m ² /día)

PARAMETER	YEAR	CERES SYN1deg All Sky Surface Shortwave Downward Irradiance (kWh/m ² /day)												
		JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	ANN
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1984	5.35	4.7	4.58	4.96	4.1	4.29	5.08	4.31	4.95	4.59	4.89	4.85	4.72
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1985	4.64	4.51	5.03	4.64	4.33	4.36	4.4	4.47	5.01	5.45	5.32	5.29	4.79
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1986	4.22	4.59	4.63	4.91	4.52	4.54	4.31	4.25	4.58	4.99	5.52	4.91	4.66
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1987	4.79	4.69	5.27	5.31	5.22	4.94	4.48	4.92	4.85	5.52	5.01	4.83	4.99
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1988	4.44	5.03	4.87	4.37	4.53	5.01	4.84	4.56	4.96	4.54	4.8	4.83	4.68
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1989	4.99	4.54	4.6	4.81	4.83	4.38	4.68	4.62	4.93	4.84	6.14	6.42	4.98
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1990	5.09	5.34	4.7	5.04	4.93	4.17	4.52	4.68	5.22	5.15	5.09	5.29	4.93
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1991	5.04	5.01	4.96	4.92	4.73	4.81	5.27	5.16	5.18	4.88	5.65	6.0	5.09
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1992	5.5	5.13	4.97	4.82	5.01	4.26	4.65	4.71	4.52	4.36	5.2	4.91	4.84
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1993	4.61	4.81	4.13	4.6	4.78	4.46	4.72	4.73	4.17	4.33	4.9	4.73	4.58
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1994	4.88	4.65	4.66	4.84	4.72	4.16	4.82	4.58	4.67	4.55	4.87	4.59	4.67
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1995	5.87	4.96	4.84	5.05	4.62	4.32	4.47	4.91	4.34	4.81	5.02	4.99	4.84
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1996	4.87	4.5	4.96	4.52	4.48	4.54	4.72	4.27	4.75	4.76	5.98	5.21	4.75
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1997	5.49	4.63	5.27	4.86	4.48	5.03	4.69	4.43	4.89	5.15	4.97	4.96	4.91
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1998	4.68	4.91	4.68	4.99	4.93	4.48	4.78	4.69	5.26	4.96	5.73	5.62	4.97
ALLSKY_SFC_SW_DWN	1999	4.88	4.58	4.61	4.54	4.17	4.49	4.45	4.9	4.76	5.19	5.23	4.88	4.72
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2000	4.83	4.51	4.42	4.0	4.55	4.3	4.4	4.54	4.58	5.18	6.09	4.77	4.68
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2001	4.23	3.65	3.84	3.83	3.97	3.72	3.78	3.98	4.19	4.47	4.42	4.51	4.05
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2002	4.58	3.75	4.03	3.87	3.68	4.02	3.26	3.8	4.28	4.0	3.94	3.97	3.93
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2003	3.86	3.79	3.82	3.88	3.49	3.84	3.82	4.1	4.27	4.55	4.73	4.16	4.03
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2004	4.99	3.72	3.58	4.22	4.33	3.52	3.55	4.01	3.61	4.52	4.57	4.27	4.08
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2005	4.8	3.72	3.75	3.86	4.06	3.88	4.4	4.05	3.92	4.09	4.86	4.23	4.14
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2006	4.09	3.56	3.77	3.99	4.1	3.81	4.09	3.82	4.25	4.65	4.42	4.03	4.05
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2007	3.95	4.03	3.72	3.78	4.19	3.93	4.01	3.93	3.56	4.5	4.1	4.56	4.02
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2008	3.88	3.79	3.72	4.05	4.04	4.24	3.78	4.13	4.02	4.21	4.41	4.76	4.09
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2009	3.77	3.72	3.64	3.53	3.98	3.91	3.84	4.23	4.23	4.49	4.83	4.24	4.04
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2010	3.83	4.01	3.91	4.04	3.95	3.81	4.33	4.29	4.15	4.5	4.56	4.18	4.13
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2011	4.43	3.97	3.98	4.12	4.01	3.77	3.92	4.21	3.61	4.47	4.54	4.02	4.09
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2012	4.15	3.95	3.99	3.9	4.08	4.18	4.12	4.15	4.03	4.05	4.53	4.3	4.12
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2013	4.0	3.89	3.87	4.8	3.84	3.42	4.1	4.11	4.89	4.26	4.75	4.47	4.2
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2014	3.99	3.34	3.68	3.8	4.01	3.92	4.15	4.18	4.31	4.09	4.57	4.12	4.01
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2015	3.79	3.99	3.78	3.69	3.65	3.68	3.83	4.34	4.33	4.26	4.32	4.1	3.98
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2016	4.8	3.51	3.58	4.15	4.16	4.01	4.19	4.32	4.18	4.76	5.38	4.25	4.28
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2017	3.9	4.09	3.87	3.96	3.81	4.06	3.99	4.31	3.61	4.6	4.56	4.18	4.08
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2018	4.17	3.94	3.63	3.77	3.9	4.29	3.75	4.14	4.69	4.02	4.35	3.92	4.05
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2019	3.94	3.7	3.61	4.03	4.15	4.05	4.07	4.0	4.02	3.8	4.36	4.02	3.98
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2020	4.16	3.8	4.0	3.96	4.04	4.3	3.81	4.72	3.58	4.44	4.46	4.17	4.12
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2021	4.05	4.24	3.8	4.2	3.94	3.8	4.18	4.13	4.32	4.54	4.3	4.55	4.17
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2022	4.59	3.64	3.84	3.82	3.88	4.38	4.21	4.46	4.8	4.62	4.78	4.72	4.31



Anexo 05: Ficha Técnica Panel Solar



ATLAS by Eco Green Energy

530-550W

M10 / 182 mm Cell - 144 Half-cell



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

KEY FEATURES

Ga Gallium-doped Technology

Lower LCOE and BOS

anti PID LID Anti PID/ Low LID protection

Less Hot Spot Shading effects

Lower temperature coefficient

144-Cell
MONOCRYSTALLINE MODULE

21.28%
MAXIMUM EFFICIENCY

0~+5W
POSITIVE POWER TOLERANCE

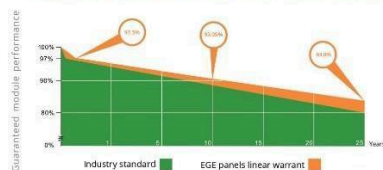
GRADE A
CELLS GUARANTEED

French Quality Module



LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

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



Eco Green Energy Group Ltd. 2018. All rights reserved.
Add: 299 Xing Cheng Road, Chong Chuan District, Nantong, Jiangsu, China
Tel: +86 513 66690088 / E-mail: info@eco-greenenergy.com

COMPREHENSIVE CERTIFICATES

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



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



ELECTRICAL DATA AT STC*

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

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

ELECTRICAL DATA AT NMOT*

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

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

MECHANICAL CHARACTERISTICS

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

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

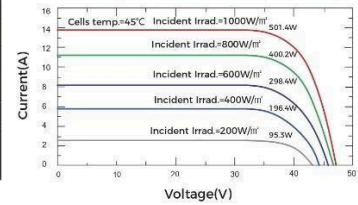
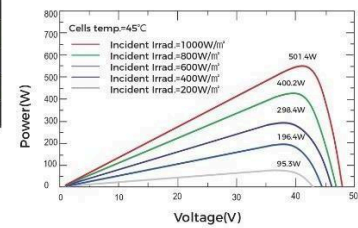
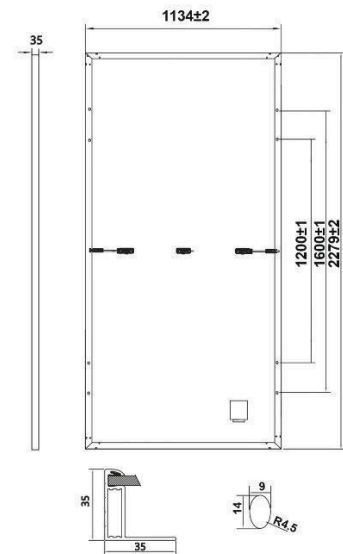
NOCT	45°C ±2 °C
Temperature coefficient of Pmax	-0.35%/°C
Temperature coefficient of Voc	-0.28%/°C
Temperature coefficient of Isc	+0.048%/°C

MAXIMUM RATINGS

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

PACKAGING (2279x1134x35mm)

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

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

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

Dimension of PV Module (mm)


Anexo 06: Ficha Técnica Inversor Solar

RPS 450 Compact Outdoor		0030	0060	0120	0170
Input ratings / Eingangsnennwerte					
Recommended PV Field peak power Empfohlene PV-Feld-Spitzenleistung	kWp	30	60	120	170
Max. input current / Max. Eingangsstromstärke	A	70	140	250	350
Max. input voltage / Max. Eingangsspannung	V	1000			
MPPT range / MPPT-Bereich	V	425 ... 875			
Number of MPP Trackers / Anzahl MPP-Tracker	-	1			
Output ratings / Ausgangsnennwerte					
Mains voltage / Netzspannung	V	400 (IT-grid)			
Mains frequency / Netzfrequenz	Hz	50 / 60			
Rated power / Nennausgangsleistung	kVA	27	54	108	150
Rated current / Nennstromstärke	A	39	78	156	217
Power factor range / Leistungsfaktorbereich	-	controllable 0.9i ... 0.9c (nominal > 0.99 at rated power) steuerbar 0.9i ... 0.9c (nominal > 0.99 bei Nennleistung)			
Current harmonic distortion / Stromverzerrung	%	< 3 at rated power / < 3 bei Nennleistung			
Auxiliary Power Supply / Hilfsspannungsversorgung	-	230 V, external, TN-S-grid / 230 V, extern, TN-S-Netz			
Efficiency / Wirkungsgrad					
Maximum efficiency / Max. Wirkungsgrad	%	95.2	95.7	96.7	96.7
European efficiency / Europ. Wirkungsgrad	%	94.4	94.9	95.9	95.9
Standby Power Consumption Standby-Leistungsaufnahme	W	20			
Mechanical data / Mechanische Daten					
Dimensions (WxHxD) / Abmessungen (BxHxT)	mm	1260x1360x570	1260x1360x570	920x1960x1320	920x1960x1320
Weight (approx.) / Gewicht (ca.)	kg	400	650	1100	1200
Ambient specification / Umgebungsparameter					
Protection class / Schutzklasse	-	IP54			
Ambient operating temperature range Umgebungstemperatur-Betriebsbereich	°C	-20°C ... +40°C	-20°C ... +40°C	-20°C ... +50°C*	-20°C ... +50°C*
Rel. Humidity / Rel. Feuchte	%	0 ... 95 (non-condensing) / 0 ... 95 (nicht kondensierend)			
Max. Altitude / Max. Höhe	m	4000 (derating above 1000 m) / 4000 (Leistungsminderung über 1000 m)			
Req. Air flow rate / Erf. Luftstrom	m³/h	750	1500	1500	1500
Environm. conditions acc. to EN 60721-3-4 Umgebungsbedingungen gem. EN 60721-3-4	-	4K1, 4B1, 4C2, 4S2, 4M3 (unless deviating specifications provided) 4K1, 4B1, 4C2, 4S2, 4M3 (sofern keine abweichende Spezifikation vorliegt)			
Protection and monitoring / Schutz und Überwachung					
Overvoltage protection Isolationsüberwachung	-	EN Typ 2, IEC Class II on mains and generator side EN Typ 2, IEC Klasse II auf Netz- und Generatorseite			
Grid monitoring / Netzüberwachung	-	Adjustable voltage and frequency range / Spannungs- und Frequenzbereich einstellbar			
PV generator connection / PV-Generator-Anschluss	-	Insulation monitoring / Isolierungsüberwachung			
Interfaces / Schnittstellen					
Communication interface Kommunikationsschnittstelle	-	RS-485 (ModBus® or proprietary), Options: CAN, Profibus® RS-485 (ModBus® oder proprietär), Optionen: CAN, Profibus®			
Standards and certifications / Normen und Zertifizierungen					
Safety / Sicherheit	-	2006/95/EC, EN 50178			
Electromagnetic compatibility Elektromagnetische Verträglichkeit	-	2004/108/EC, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12			
Grid management / Netzmanagement	-	BDEW, VDE 0126-1-1, RD 1663/2000, RD 661/2007, EN 50438, C10/11, CEI 0-21			

* -20°C...+45°C at rated power for Vdc < 700 V / * -20°C...+45°C bei Nennleistung für Vdc < 700 V

Anexo 07: Informe Final de Simulación Pvsyst



Version 7.4.6

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: Las Palmeras

Variant: Nueva variante de simulación

No 3D scene defined, no shadings

System power: 155 kWp

Las Palmeras - Perú

| Author

**PVsyst V7.4.6**

VC0, Simulation date:
06/05/24 22:22
with V7.4.6

Project: Las Palmeras

Variant: Nueva variante de simulación

Project summary			
Geographical Site Las Palmeras Perú	Situation Latitude Longitude Altitude Time zone	-6.05 °S	Project settings Albedo 0.20
		-77.17 °W 853 m UTC-5	
Weather data Las Palmeras NASA - Sintético			

System summary			
Grid-Connected System	No 3D scene defined, no shadings		
PV Field Orientation Fixed plane Tilt/Azimuth 15 / 0 °	Near Shadings No Shadings	User's needs Unlimited load (grid)	
System information			
PV Array		Inverters	
Nb. of modules	285 units	Nb. of units	1 unit
Pnom total	155 kWp	Pnom total	153 kWac
		Pnom ratio	1.015

Results summary					
Produced Energy	217382 kWh/year	Specific production	1400 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	88.95 %

Table of contents	
Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Main results	4
Loss diagram	5
Predef. graphs	6
Single-line diagram	7
Cost of the system	8
CO ₂ Emission Balance	9


PVsyst V7.4.6

VC0, Simulation date:
06/05/24 22:22
with V7.4.6

Project: Las Palmeras

Variant: Nueva variante de simulación

General parameters

Grid-Connected System		No 3D scene defined, no shadings	
PV Field Orientation		Sheds configuration	Models used
Orientation		No 3D scene defined	Transposition Perez
Fixed plane			Diffuse Perez, Meteonorm
Tilt/Azimuth	15 / 0 °		Circumsolar separate
Horizon		Near Shadings	User's needs
Free Horizon		No Shadings	Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	Generic	Manufacturer	Generic
Model	HDT-72GHF-430	Model	M125HV_600V
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	545 Wp	Unit Nom. Power	153 kWac
Number of PV modules	285 units	Number of inverters	1 unit
Nominal (STC)	155 kWp	Total power	153 kWac
Modules	19 string x 15 In series	Operating voltage	425-875 V
At operating cond. (50°C)		Pnom ratio (DC:AC)	1.02
Pmpp	146 kWp		
U mpp	582 V		
I mpp	251 A		
Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	155 kWp	Total power	153 kWac
Total	285 modules	Number of inverters	1 unit
Module area	574 m ²	Pnom ratio	1.02

Array losses

Thermal Loss factor		DC wiring losses		Module Quality Loss				
Module temperature according to irradiance		Global array res.	37 mΩ	Loss Fraction	-0.3 %			
Uc (const)	20.0 W/m ² K	Loss Fraction	1.5 % at STC					
Uv (wind)	0.0 W/m ² K/m/s							
Module mismatch losses		Strings Mismatch loss						
Loss Fraction	2.0 % at MPP	Loss Fraction	0.2 %					
IAM loss factor								
Incidence effect (IAM): Fresnel, AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290								
0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000



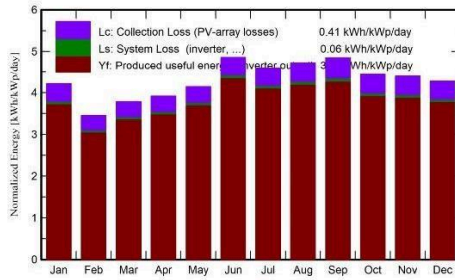
Project: Las Palmeras
Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.4.6
VC0. Simulation date:
06/05/24 22:22
with V7.4.6

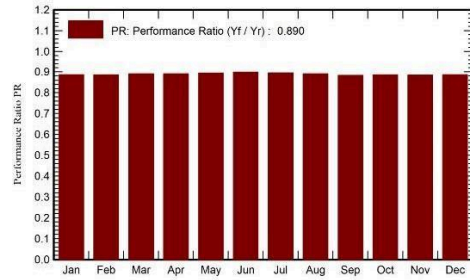
Main results

System Production		Produced Energy	217382 kWh/year	Specific production	1400 kWh/kWp/year
				Perf. Ratio PR	88.95 %
Economic evaluation					
Investment		Global	78,920.05 USD	Yearly cost	Annuitities
		Specific	0.51 USD/Wp		Run. costs
				Payback period	Unprofitable
				LCOE	Energy cost
					0.03 USD/kWh

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh	kWh	ratio
January	142.3	83.48	17.94	130.7	126.5	18280	17997	0.886
February	101.9	60.22	17.21	96.7	93.9	13531	13310	0.886
March	119.0	74.90	16.63	117.3	114.1	16500	16239	0.891
April	114.6	67.79	16.41	117.6	114.7	16547	16280	0.891
May	120.3	68.70	16.45	128.6	125.8	18154	17862	0.894
June	131.4	60.64	15.41	145.7	142.8	20656	20322	0.898
July	130.5	69.28	16.33	142.4	139.2	20123	19807	0.895
August	138.3	70.89	16.53	146.4	143.2	20599	20262	0.891
September	144.0	67.67	17.77	145.3	142.1	20294	19952	0.884
October	143.2	75.77	17.90	137.7	134.1	19250	18935	0.885
November	143.4	74.92	18.05	132.1	128.2	18441	18144	0.884
December	146.3	88.16	17.82	132.8	128.2	18553	18272	0.886
Year	1575.2	862.42	17.04	1573.4	1532.8	220929	217382	0.890

Legends

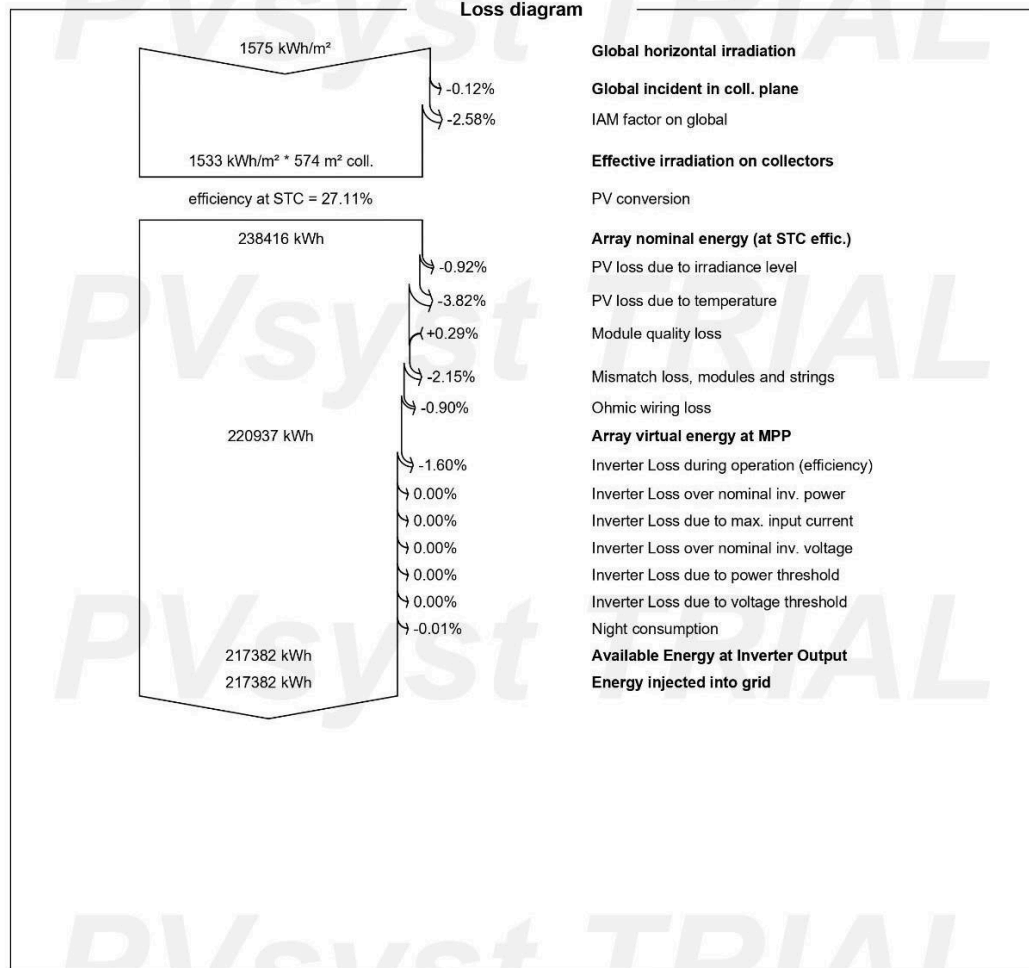
GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	E_Grid	Energy injected into grid
T_Amb	Ambient Temperature	PR	Performance Ratio
GlobInc	Global incident in coll. plane		
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings		



Project: Las Palmeras

Variant: Nueva variante de simulación

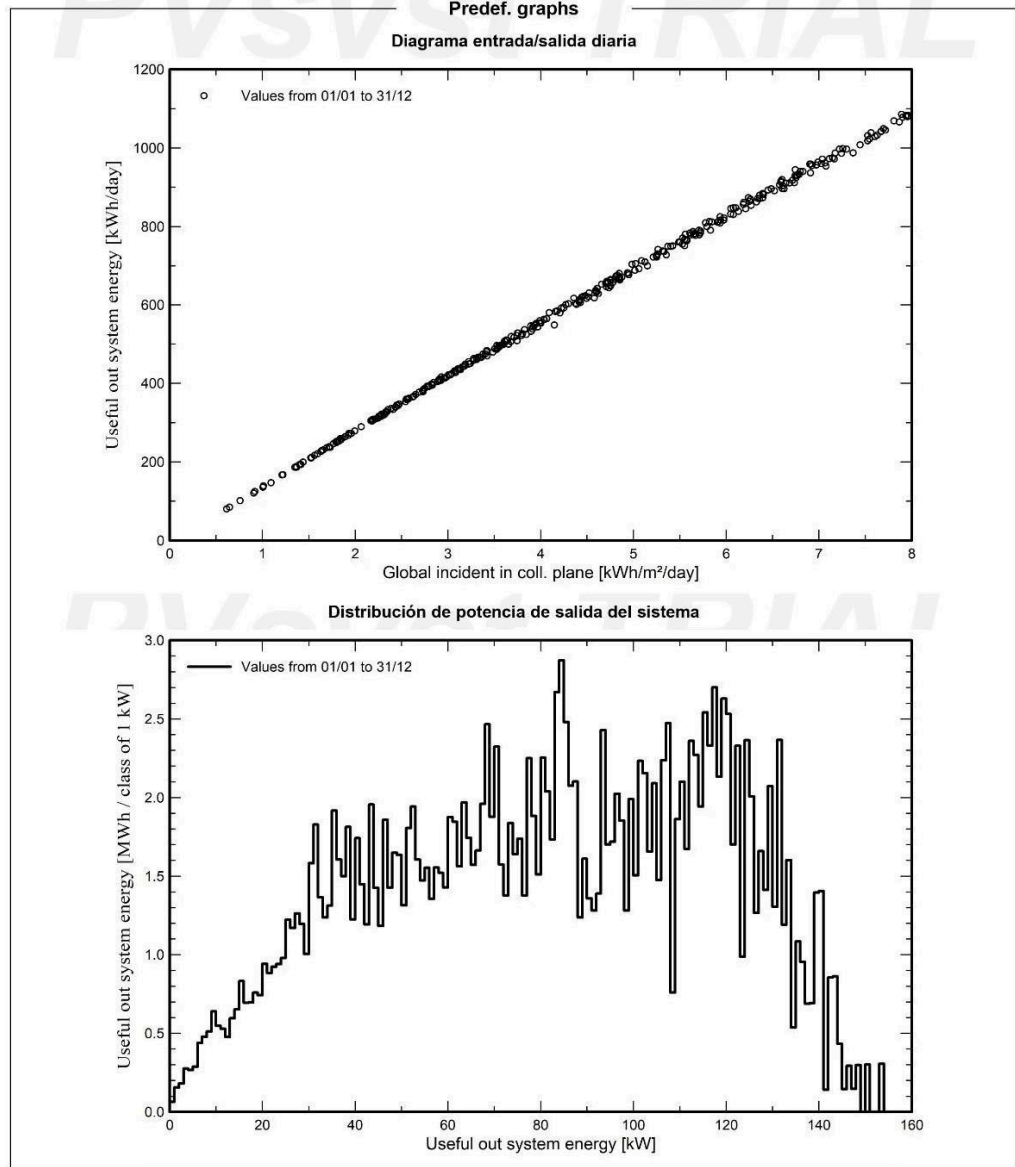
PVsyst V7.4.6
 VC0, Simulation date:
 06/05/24 22:22
 with V7.4.6

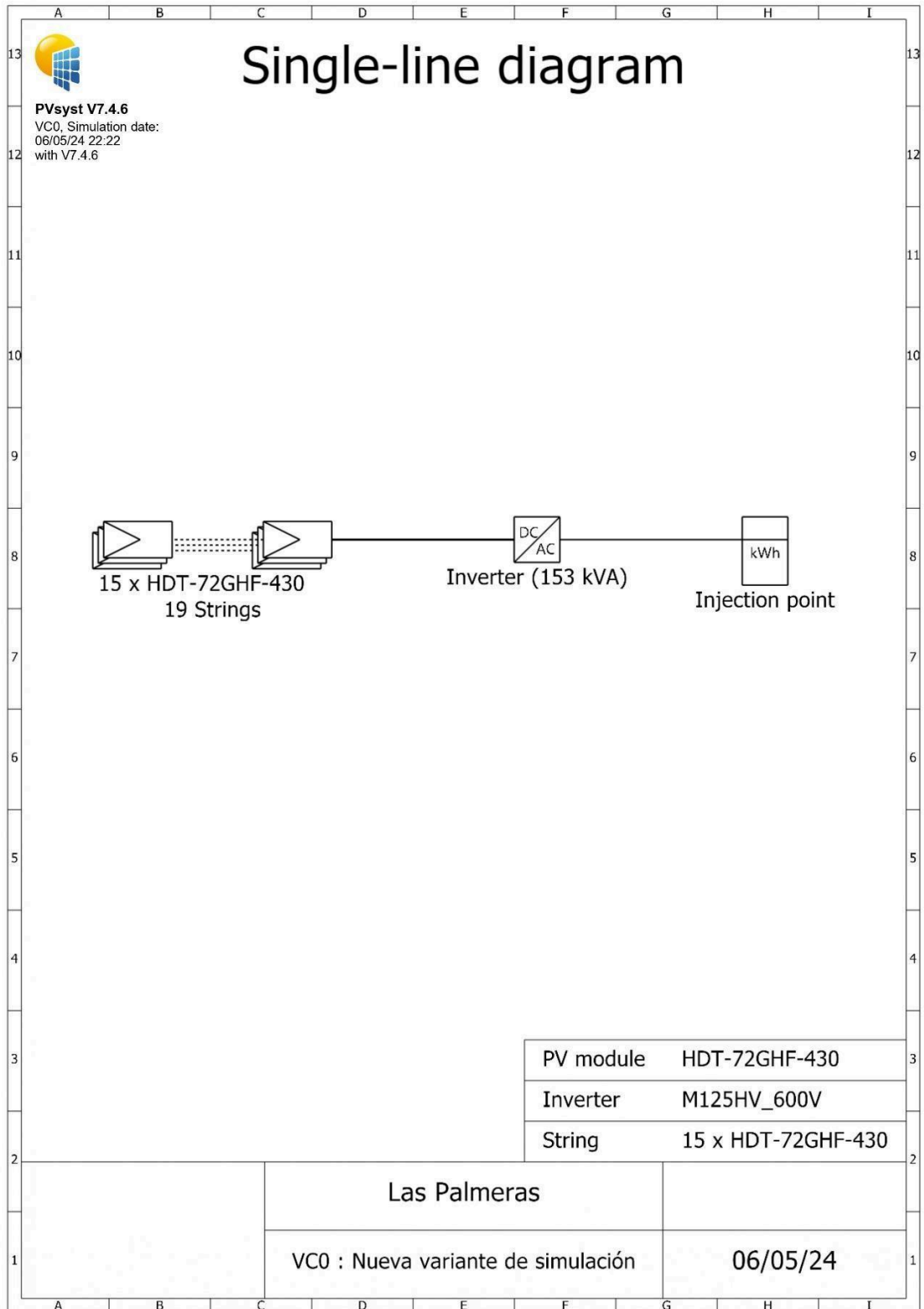




Project: Las Palmeras
Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.4.6
VC0. Simulation date:
06/05/24 22:22
with V7.4.6






PVsyst V7.4.6

VC0, Simulation date:
06/05/24 22:22
with V7.4.6

Project: Las Palmeras
Variant: Nueva variante de simulación

Cost of the system

Installation costs			
Item	Quantity units	Cost USD	Total USD
PV modules			
HDT-72GHF-430	285	238.93	68,095.05
Inverters			
M125HV_600V	1	3,000.00	3,000.00
Other components			
Tranformador	1	3,825.00	3,825.00
Wiring	1	1,500.00	1,500.00
Combiner box	1	1,500.00	1,500.00
Surge arrester	1	1,000.00	1,000.00
		Total	78,920.05
		Depreciable asset	74,920.05
Operating costs			
Item			Total USD/year
Total (OPEX)			0.00
System summary			
Total installation cost		78,920.05 USD	
Operating costs		0.00 USD/year	
Produced Energy		217 MWh/year	
Cost of produced energy (LCOE)		0.0256 USD/kWh	



Project: Las Palmeras

Variant: Nueva variante de simulación

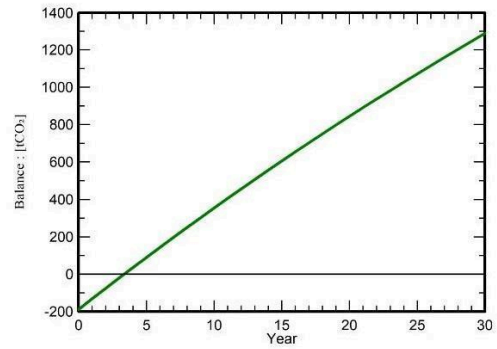
PVsyst V7.4.6

VC0, Simulation date:
06/05/24 22:22
with V7.4.6

CO₂ Emission Balance

Total: 1288.2 tCO₂
Generated emissions
 Total: 188.64 tCO₂
 Source: Detailed calculation from table below
Replaced Emissions
 Total: 1702.1 tCO₂
 System production: 217.38 MWh/yr
 Grid Lifecycle Emissions: 261 gCO₂/kWh
 Source: IEA List
 Country: Peru
 Lifetime: 30 years
 Annual degradation: 1.0 %

Saved CO₂ Emission vs. Time



System Lifecycle Emissions Details

Item	LCE	Quantity	Subtotal
			[kgCO ₂]
Modules	1351 kgCO ₂ /kWp	136 kWp	184117
Supports	1.74 kgCO ₂ /kg	2500 kg	4352
Inverters	172 kgCO ₂ /	1.00	172



PVsyst V7.4.6

Inverter - M125HV_600V

Manufacturer	Generic		
Model	M125HV_600V		
Commercial data			
Availability :	Prod. Since 2018	Data source :	Manufacturer 2022
Remarks			
Tecnología:		Sizes	
Protección: IP66		Width	900 mm
Control: RS485/SUB1G		Height	663 mm
		Depth	334 mm
		Weight	80.00 kg

Input characteristics (PV array side)			
Operating mode	MPPT		
Minimum MPP Voltage (Vmin)	425 V	Nominal PV Power (Pnom DC)	170 kW
Maximum MPP Voltage (Vmax)	875 V	Maximum PV Power (Pmax DC)	170 kW
Absolute max. PV Voltage (Vmax array)	1000 V	Power Threshold (Pthresh.)	150 W
Min. Voltage for PNom (Vmin@Pnom)	446 V		
Behaviour at Vmin/Vmax	Limitation		
Behaviour at Pnom	Limitation		

Output characteristics (AC grid side)			
Grid voltage (Imax)	Triphased 440 V	Nominal AC Power (Pnom AC)	153 kWac
Grid frequency	60 Hz	Maximum AC Power (Pmax AC)	153 kWac
		Nominal AC current (Inom AC)	120 A
		Maximum AC current (Imax AC)	120 A

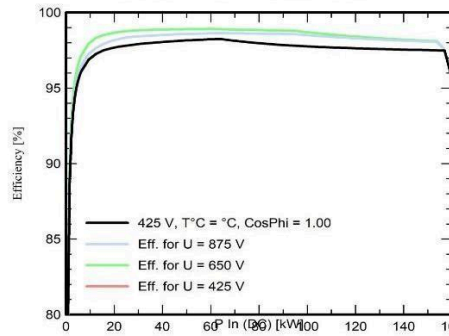
Efficiency defined for 3 voltages

	V	Maximum efficiency	European average efficiency
		%	%
Low voltage	425	98.3	97.8
Medium voltage	650	98.9	98.6
High voltage	875	98.6	98.4

Remarks and Technical features

- Array isolation monitoring
- Internal DC switch
- Internal AC switch
- Output Voltage disconnect adjustment
- ENS protection

Efficiency profile vs Input power

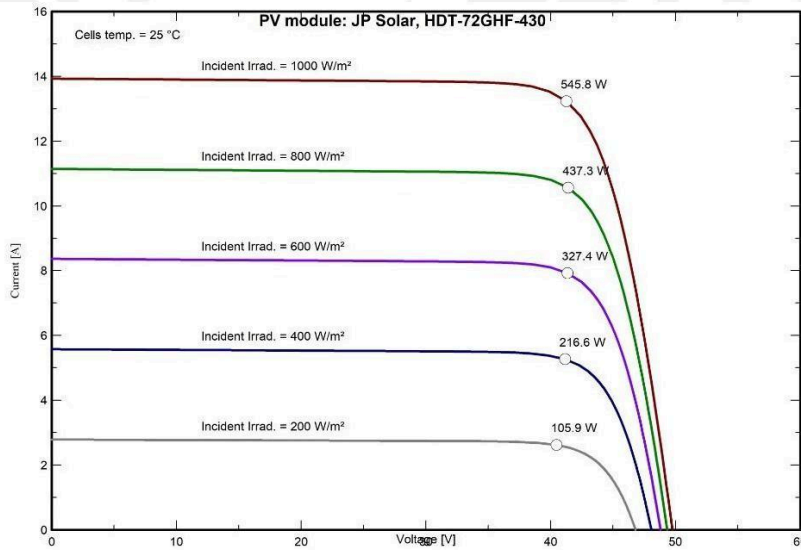




PVsyst V7.4.6

PV module - HDT-72GHF-430

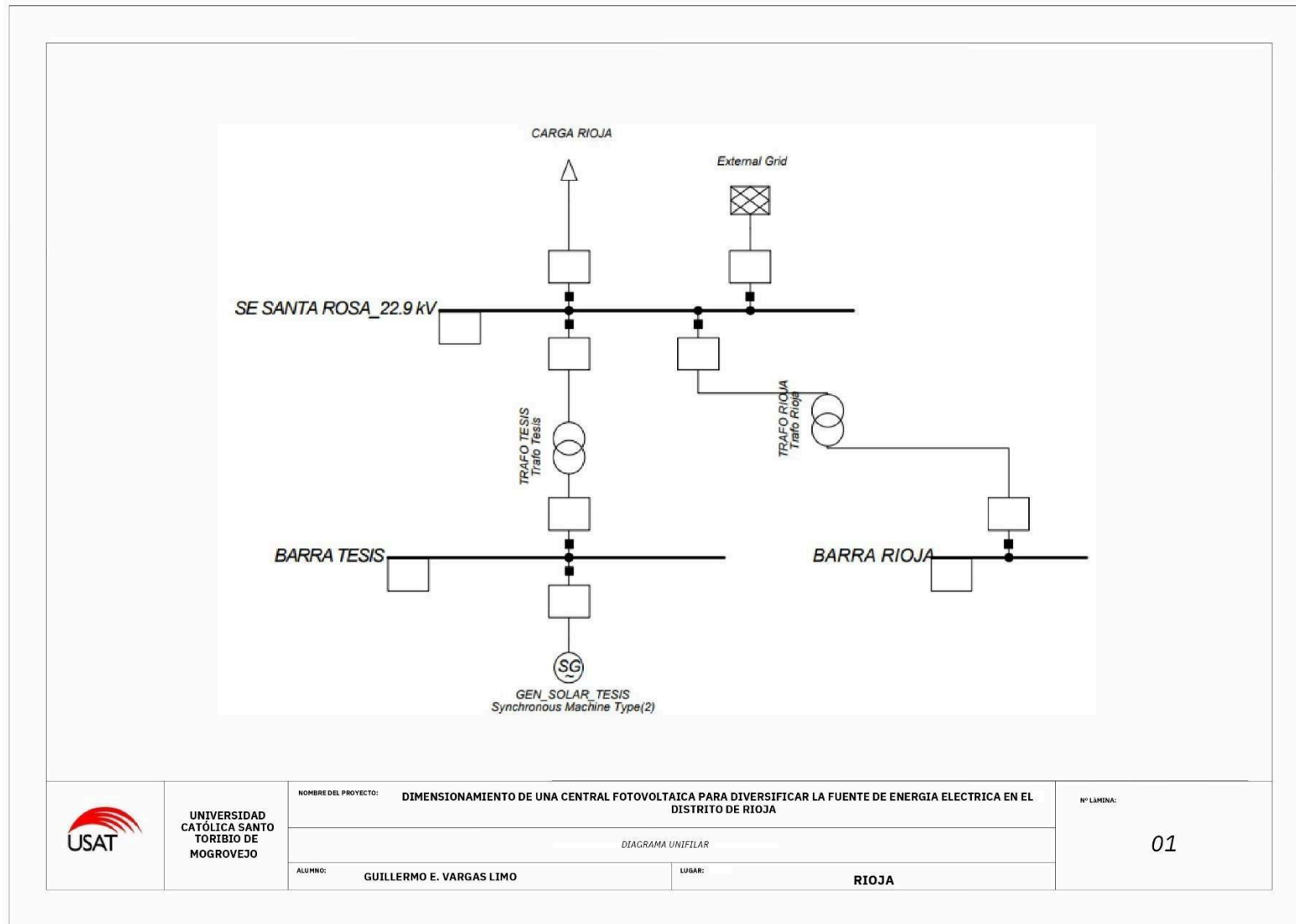
Manufacturer		Generic		Commercial data	
Model	HDT-72GHF-430	Availability :	Prod. Since 2021	Data source :	Manufacturer 2022
Phom STC power (manufacturer)	545 Wp	Technology	HIT		
Module size (W x L)	0.998 x 2.017 m ²	Rough module area (Amodule)	2.01 m ²		
Number of cells	2 x 72	Sensitive area (cells) (Acells)	1.77 m ²		
Specifications for the model (manufacturer or measurement data)					
Reference temperature (TRef)	25 °C	Reference irradiance (GRef)	1000 W/m ²		
Open circuit voltage (Voc)	49.8 V	Short-circuit current (Isc)	13.93 A		
Max. power point voltage (Vmpp)	41.8 V	Max. power point current (Impp)	13.04 A		
=> maximum power (Pmpp)	545.1 W	Isc temperature coefficient (mulsc)	2.9 mA/°C		
One-diode model parameters					
Shunt resistance (Rshunt)	350 Ω	Diode saturation current (IoRef)	0.017 nA		
Serie resistance (Rserie)	0.21 Ω	Voc temp. coefficient (MuVoc)	-92 mV/°C		
Specified Pmax temper. coeff. (muPMaxR)	-0.25 %/°C	Diode quality factor (Gamma)	0.98		
		Diode factor temper. coeff. (muGamma)	0.001 1/°C		
Reverse Bias Parameters, for use in behaviour of PV arrays under partial shadings or mismatch					
Reverse characteristics (dark) (BRev)	3.20 mA/V ²	(quadratic factor (per cell))			
Number of by-pass diodes per module	3	Direct voltage of by-pass diodes	-0.7 V		
Model results for standard conditions (STC: T=25 °C, G=1000 W/m², AM=1.5)					
Max. power point voltage (Vmpp)	41.3 V	Max. power point current (Impp)	13.20 A		
Maximum power (Pmpp)	545.8 Wp	Power temper. coefficient (muPmpp)	-0.25 %/°C		
Efficiency(/ Module area) (Eff_mod)	27.1 %	Fill factor (FF)	0.788		
Efficiency(/ Cells area) (Eff_cells)	30.9 %				



Anexo 08: Plano DLTCAD - AUTOCAD



Anexo 09: Diagrama Unifilar



	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MUGROVEJO	NOMBRE DEL PROYECTO: DIMENSIONAMIENTO DE UNA CENTRAL FOTOVOLTAICA PARA DIVERSIFICAR LA FUENTE DE ENERGÍA ELECTRICA EN EL DISTRITO DE RIOJA		Nº LÁMINA: 01
		DIAGRAMA UNIFILAR		
		ALUMNO: GUILLERMO E. VARGAS LIMO	LUGAR: RIOJA	

Anexo 10: Planos de Armados - metrado

1 VISTA ISOMETRICA

2 VISTA PERFIL

3 VISTA FRONTAL

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1	POSTE CONCRETO ARMADO 13/400/2/180/375	1	Und.
2	VARILLA D/ARMAR DOBLE AL, P/COND 70mm2	3	Und.
3	PORTALINEA UNIPOLAR	1	Und.
4	PLANCHA DOBLADA DE COBRE TIPO "J"	4	Und.
5	PERNO MAQUINADO A°G° 5/8"Øx14" (16 mm Ø x 356 mm), C/TUERCA y CONTRATUERCA	3	Und.
6	PERNO MAQUINADO A°G° 5/8"Øx10" (16 mm Ø x 356 mm), C/TUERCA y CONTRATUERCA	2	Und.
7	PERNO DOB ARM A°G°5/8"Øx20" 4 TUERC. Y 4 CONTRA TUERC.	2	Und.
8	HEBILLA ACERO INOX PARA FLEJE 3/4"	2	Und.
9	FLEJE ACERO INOXIDAB 3/4"x30.5m x0.76mm	2	m
10	CRUCETA DE A°G° DE 75x75x6mm DE SECCIÓN, 2.40 m LONGITUD	2	Und.
11	CONECTOR BIMETALICO DOBLE VIA, 35/25mm2	1	Und.
12	CONDUCTOR DE ALUMINIO TEMPLE BLANDO 16 mm², SOLIDO	6	m
13	BRAZO RIOSTRA DE PERFIL ANGULAR DE F°G°, 50x50x6mm SECCION, 710mm LONGITUD	4	Und.
14	BRAQUETA DE A°G° PARA CABEZA DE POSTE	2	Und.
15	ARAND CUAD PLAN 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16", 11/16" Ø	24	Und.
16	ARAND CUAD CURV 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16", 11/16" Ø	1	Und.
17	AISL. PORCELANA TIPO CARRETE	1	Und.
18	AIS POLIM PIN, 35KV, LF 900 mm (Incl. Espiga)	6	Und.
19	CONECTOR DE BRONCE TIPO PERNO PARTIDO	1	Und.
20	CONDUCTOR TIPO COPPERWELD 3N° 8 AWG, 25mm2	1.72	m

UNIVERSIDAD
CATOLICA SANTO
TORIBIO DE
MOGROVEJO

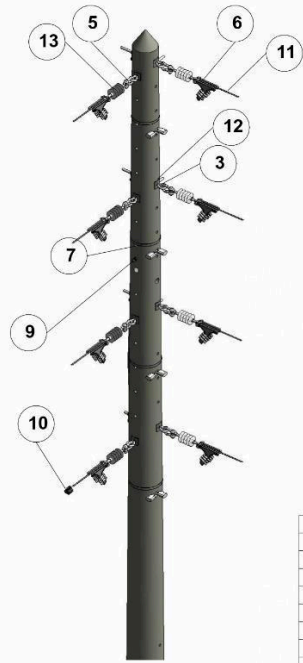
NOMBRE DEL PROYECTO: **DIMENSIONAMIENTO DE UNA CENTRAL FOTOVOLTAICA PARA DIVERSIFICAR LA FUENTE DE ENERGIA ELECTRICA EN EL DISTRITO DE RIOJA**

SOPORTE DE ANGULO VERTICAL 5° - 30°, TRIFASICO

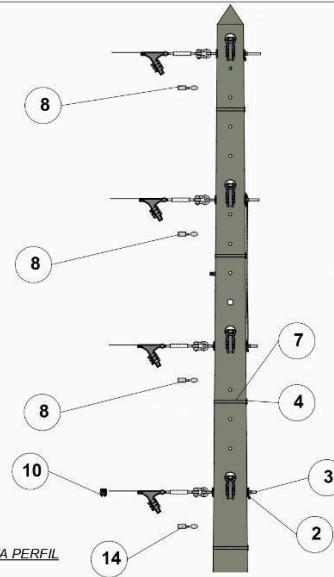
ALUMNO: **GUILLERMO E. VARGAS LIMO** TIPO DE ARMADO: **PA1-3**

N° LAMINA:

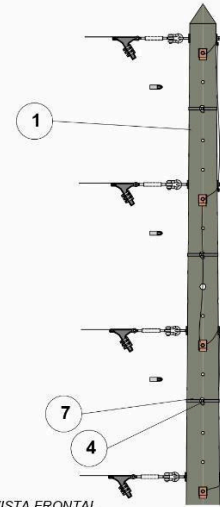
01



1
P VISTA ISOMETRICA



2
P VISTA PERFIL



3
P VISTA FRONTAL

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1	POSTE CONCRETO ARMADO 13/400/2/180/375	1	UND
2	PLANCHA DOBLADA DE COBRE TIPO "J"	8	UND
3	PERNO OJO A*G° 5/8"Øx12" (16 mm Ø x 305 mm), CON ARANDELA, TUERCA Y CONTRATUERCA	8	UND
4	HEBILLA ACERO INOX PARA FLEJE 3/4"	4	UND
5	GRILLETE TALIRA A*G°, 5/8"Ø, 30000LB	8	UND
6	GRAPA ANCL T/PIST P/COND AL, 35-70mm2 2PER	8	UND
7	FLEJE ACERO INOXIDAB 3/4"x30.5m x0.76mm	4	m
8	Conectores AMPAC 70/70 mm2 Al Cu	6	UND
9	CONECTOR DE BRONCE TIPO PERNO PARTIDO	1	UND
10	CONECTOR BIMETALICO DOBLE VIA, 35/25mm2	1	UND
11	CINTA PLANA DE ARMAR	8	UND
12	ARAND CUAD CURV 2 1/2x2 1/4x3/16", 11/16" Ø	16	UND
13	AISL POLIM SUSP. 36 KV, 900 MM, BIL 170	8	UND
14	Conectores AMPAC 35/35 mm2 Al Cu	2	UND
15	CONDUCTOR TIPO COPPERWELD 3N° 8 AWG, 25mm2	3.82	m



UNIVERSIDAD
CATÓLICA SANTO
TORIBIO DE
MOGROVEJO

NOMBRE DEL PROYECTO: **DIMENSIONAMIENTO DE UNA CENTRAL FOTOVOLTAICA PARA DIVERSIFICAR LA FUENTE DE ENERGIA ELECTRICA EN EL DISTRITO DE RIOJA**

N° LAMINA:

02

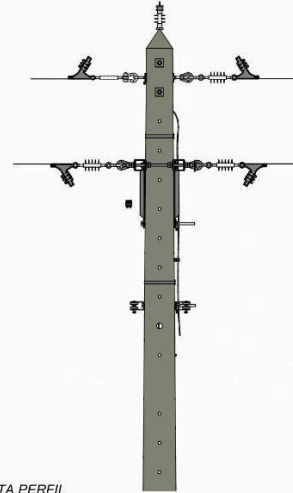
SOPORTE DE ANGULO 60° - 90°, TRIFASICO

ALUMNO: **GUILLERMO E. VARGAS LIMO**

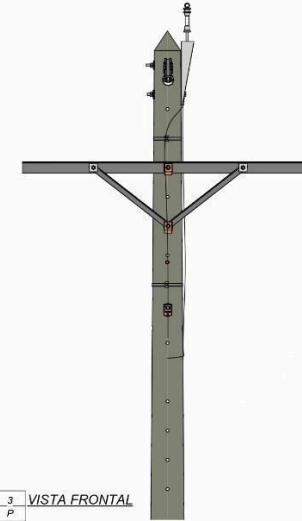
TIPO DE ARMADO **PA3-3**



1 VISTA ISOMETRICA
P



2 VISTA PERFIL
P



3 VISTA FRONTAL
P

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1	POSTE CONCRETO ARMADO 13/400/2/180/375	1	UND
2	TUERCA OJO DE A*G* DE 16mm Ø (5/8"Ø)	5	UND
3	PORTALINEA UNIPOLAR	2	UND
4	PLANCHA DOBLADA DE COBRE TIPO "J"	5	UND
6	PERNO OJO A*G* 5/8"Øx12" (16 mm Ø x 305 mm), CON ARANDELA, TUERCA Y CONTRATUERCA	1	UND
7	PERNO MAQUINADO A*G* 5/8"Øx14" (16 mm Ø x 356 mm), C/TUERCA y CONTRATUERCA	3	UND
9	PERNO MAQUINADO A*G* 5/8"Øx10" (16 mm Ø x 356 mm), C/TUERCA y CONTRATUERCA	2	UND
10	PERNO DOB ARM A*G*5/8"Øx20" 4 TUERC. Y 4 CONTRA TUERC.	2	UND
11	HEBILLA ACERO INOX PARA FLEJE 3/4"	2	UND
12	GRILLETE TALIRA A*G*, 5/8"Ø, 30000LB	6	UND
13	GRAPA ANCL T/PIST P/COND.AL, 35-70mm2 2PER	6	UND
14	FLEJE ACERO INOXIDAB 3/4"x30.5m x0.76mm	2	m

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
15	CRUCETA DE A*G* DE 75x75x6mm DE SECCIÓN, 2.40 m LONGITUD	2	UND
16	CONECTOR DE BRONCE TIPO PERNO PARTIDO	1	UND
17	CONECTOR BIMETALICO DOBLE VIA, 35/25mm2	1	UND
18	CONDUCTOR DE ALUMINIO TEMPLE BLANDO 16 mm², SOLIDO	1	m
19	CINTA PLANA DE ARMAR	6	UND
20	BRAZO RIOSTRA DE PERFIL ANGULAR DE F*G*, 50x50x6mm SECCION, 710mm LONGITUD	4	UND
21	BRAQUETA DE A*G* PARA CABEZA DE POSTE	1	UND
22	ARAND CUAD PLAN 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16", 11/16"Ø	23	UND
23	ARAND CUAD CURV 2 1/2x2 1/4x3/16", 11/16"Ø	5	UND
24	AISL. PORCELANA TIPO CARRETE	2	UND
25	AISL. POLIM SUSP. 36 KV, 900 MM, BIL 170	6	UND
26	AIS POLIM PIN, 35KV, LF 900 mm (Incl. Espiga)	1	UND
18	CONDUCTOR TIPO COPPERWELD 3N° 8 AWG, 25mm2	4.05	m



UNIVERSIDAD
CATÓLICA SANTO
TORIBIO DE
MOGROVEJO

NOMBRE DEL PROYECTO: **DIMENSIONAMIENTO DE UNA CENTRAL FOTOVOLTAICA PARA DIVERSIFICAR LA FUENTE DE ENERGIA ELECTRICA EN EL DISTRITO DE RIOJA**

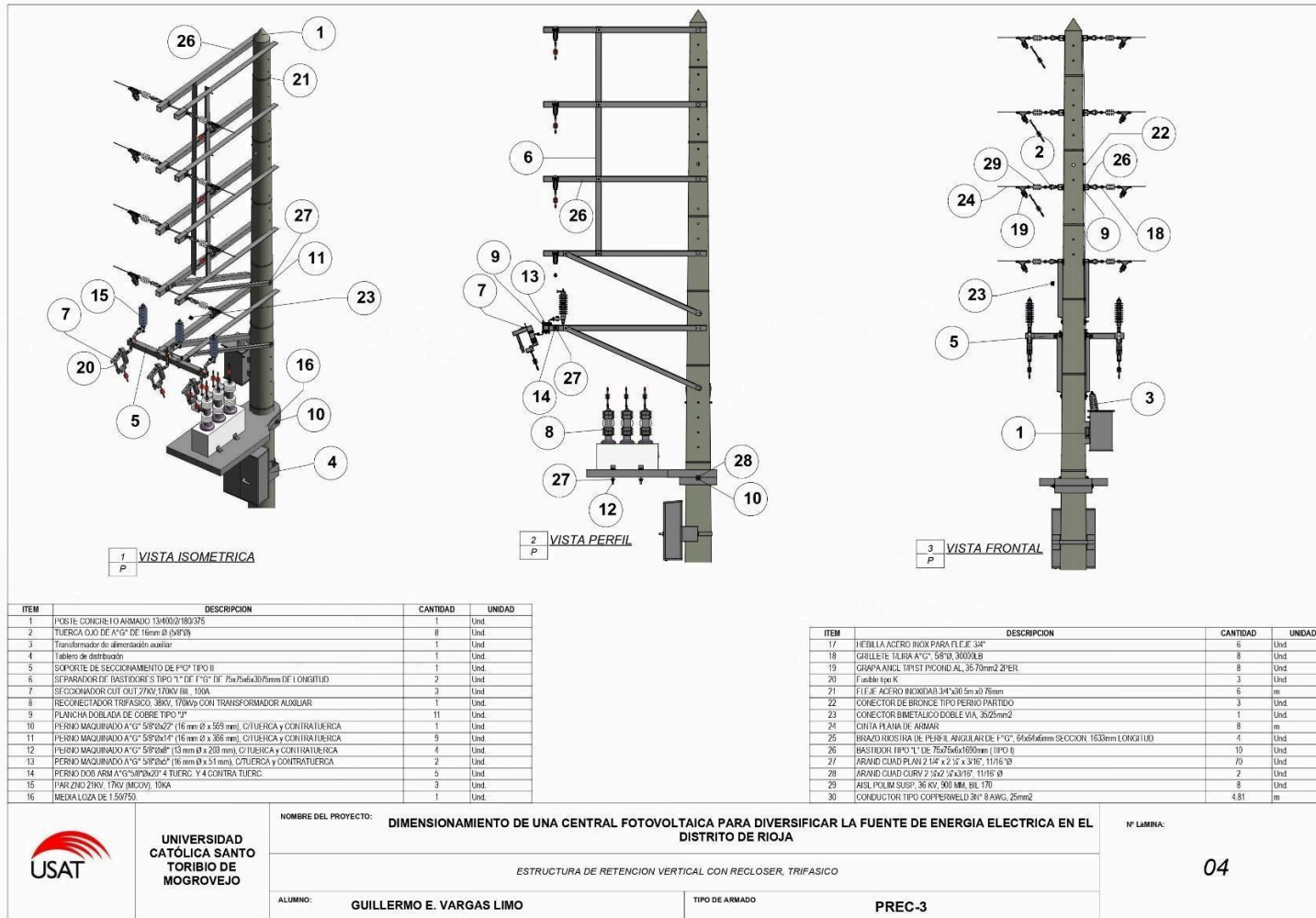
SOPORTE FDE RETENCION O ANCLAJE, TRIFASICO

ALUMNO: **GUILLERMO E. VARGAS LIMO**

TIPO DE ARMADO **PR3-3**

Nº LAMINA:

03



**UNIVERSIDAD
CATÓLICA SANTO
TORIBIO DE
MOGROVEJO**

NOMBRE DEL PROYECTO: **DIMENSIONAMIENTO DE UNA CENTRAL FOTOVOLTAICA PARA DIVERSIFICAR LA FUENTE DE ENERGIA ELECTRICA EN EL DISTRITO DE RIOJA**

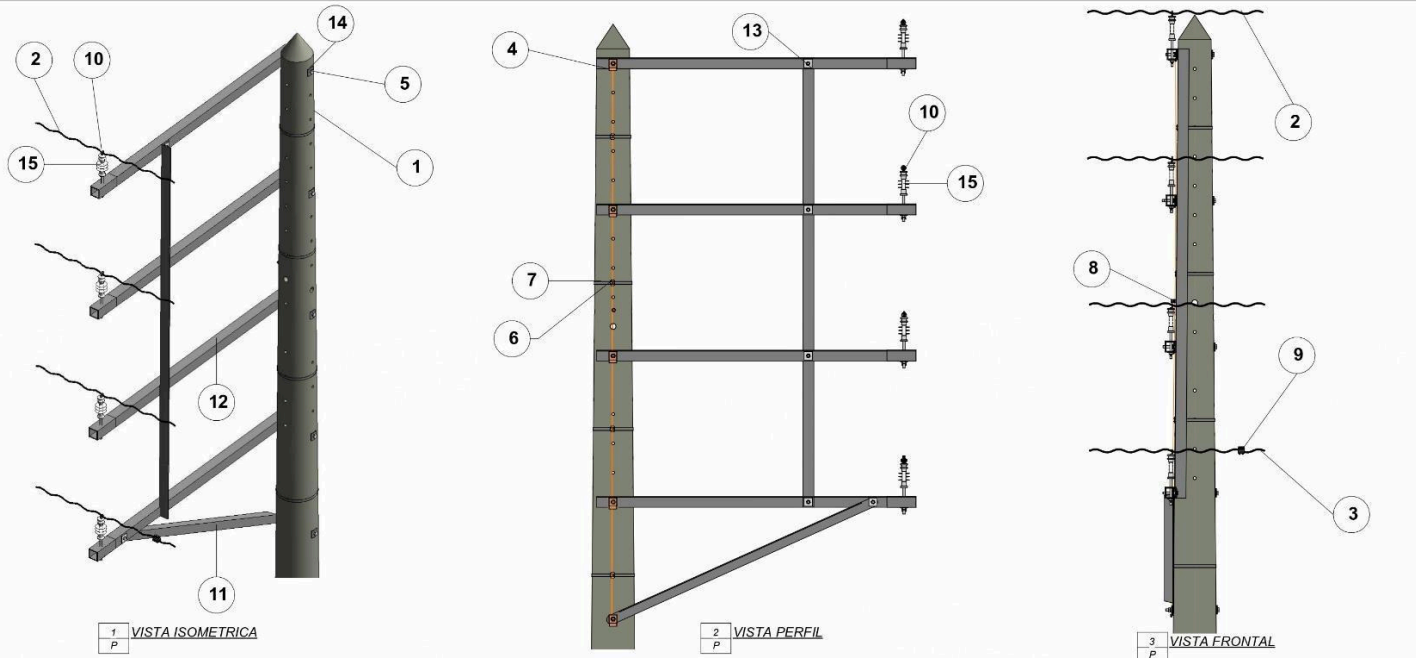
Nº LAMINA:

ESTRUCTURA DE RETENCION VERTICAL CON RECLOSER, TRIFASICO

04

ALUMNO: **GUILLERMO E. VARGAS LIMO**

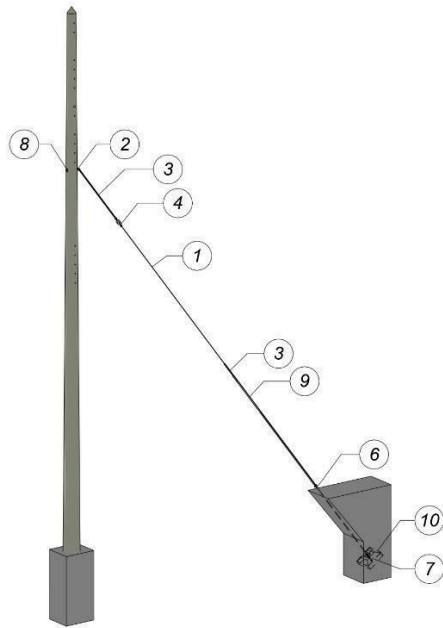
TIPO DE ARMADO **PREC-3**



ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1	POSTE DE FIBRA DE VIDRIO DE 13m	1	Und.
2	VARILLA DE ARMAR SIMPLE DE 70 mm2	3	Und.
3	VARILLA DE ARMAR SIMPLE DE 35 mm2	1	Und.
4	PLANCHA DOBLADA DE COBRE TIPO "J"	5	Und.
5	PERNO MAQUINADO A°G° 5/8"Øx14" (16 mm Ø x 356 mm), C/TUERCA y CONTRATUERCA	5	Und.
6	HEBILLA ACERO INOX PARA FLEJE 3/4"	4	Und.
7	FLEJE ACERO INOXIDAB 3/4"x30.5m xØ 76mm	4	m
8	CONECTOR DE BRONCE TIPO PERNO PARTIDO	1	Und.

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
9	CONECTOR BIMETALICO DOBLE VIA, 35/25mm2	1	Und.
10	CONDUCTOR DE ALUMINIO TEMPLE BLANDO 16 mm², SOLIDO	4	m
11	BRAZO RIOSTRA DE PERFIL ANGULAR DE F°G°, 64x64x8mm SECCION, 1633mm LONGITUD	1	Und.
12	BASTIDOR TIPO "L" DE 75x75x6x1690mm (TIPO I)	4	Und.
13	ARAND CUAD PLAN 2 1/4" x 2 1/2" x 3/16", 11/16" Ø	15	Und.
14	ARAND CUAD CURV 2 1/2x2 1/2x3/16", 11/16" Ø	5	Und.
15	AIS POLIM PIN, 35KV, LF 900 mm (incl. Espiga)	4	Und.
16	SEPARADOR DE BASTIDORES TIPO "L" DE F°G° DE 75x75x6x3075mm DE LONGITUD	1	Und.
17	CONDUCTOR TIPO COPPERWELD 3N° 8 AWG, 25mm2	3.86	m

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO	NOMBRE DEL PROYECTO: DIMENSIONAMIENTO DE UNA CENTRAL FOTOVOLTAICA PARA DIVERSIFICAR LA FUENTE DE ENERGIA ELECTRICA EN EL DISTRITO DE RIOJA	Nº LAMINA: 05	
		SOPORTE DE SUSPENSIÓN DE 0° A 10°, TRIFASICO		
		ALUMNO: GUILLERMO E. VARGAS LIMO		TIPO DE ARMADO: PSVE-3



VISTA ISOMÉTRICA-RI

TABLA DE PLANIFICACIÓN- RI POSTE

UND	CANT	DESCRIPCION
und	1	Aislador polimérico tipo suspensión; 36 kV; 900 mm de línea de fuga
und	4	Alambre de amarre preformado de A°G° para cable de 10 mm Ø
und	2	Arandela cuadrada curva de 57x57x5 mm, agujero de 21 mm Ø
und	2	Arandela de anclaje cuadrada de 102x102x6,35 mm, agujero de 21 mm Ø
und	1	Bloque de concreto armado de 0,5x0,5x0,20 m
m	1	Cable de A°G°, grado EHS; 10 mm Ø; 7 alambres
und	1	Canaleta guardacable de A°G° de 2,40 m de longitud, provisto de tuerca y contratuerca
und	2	Guardacabo de A°G° para cable de 10 mm Ø
und	1	Perno angular de ojal guardacabo de 16 mm Øx 254 mm de longitud, provisto de tuerca y contratuerca
und	1	Varilla de anclaje con ojal guardacabo de A°G° de 19 mm Øx 2,4 m de longitud, provisto de tuerca y contratuerca



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

PROYECTO:

Dimensionamiento de una central fotovoltaica para diversificar la fuente de energía eléctrica en el distrito de Rioja

Tipo y N° Armado:

RI - N° 06

ALUMNO:

Guillermo E. Vargas Limo

Anexo 11: Costos del Metrado

Tabla de planificación de tuberías flexibles			
Tipo	Longitud (km)	Precio/km	Parcial
Conductor MT	1.874	3397.83	6367.53342
TOTAL CONDUCTOR			6367.53342

Tabla de Armados			
Tipo	Recuento (und)	Precio	Parcial
PA1-3	3	3292.35	9877.05
PA3-3	2	2481.78	4963.56
PR3-3	1	3168	3168
PREC-3	1	8016.56	8016.56
PSV3-3	4	3211.56	12846.24
RI	6	266.9	1601.4
TOTAL ARMADOS			40472.81

Componentes			
Tipo	Recuento (und)	Precio	PARCIAL
Paneles	285	890.76	253866.6
Inversores	1	10000	10000
Tranformadores	1	14343.75	14343.75
TOTAL COMPONENTES			278210.35

RESUMEN COSTOS			
CONDUCTOR			6367.53342
ARMADOS			40472.81
COMPONENTES			278210.35
TOTAL MATERIALES			325050.693
TOTAL M.O (5%)			16252.5347
TOTAL EQUIPOS (3%)			9751.5208
TOTAL PROYECTO			351054.749
IGV			63189.8548
TOTAL PROYECTO CON IGV			414244.604



PA1-3					
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	PARCIAL
1	POSTE CONCRETO ARMADO 13/400/2/180/375	1	Und.	1324.71	1324.71
2	VARILLA D/ARMAR DOBLE AL P/COND 70mm ²	3	Und.	11.21	33.63
3	PORTALINEA UNIPOLAR	1	Und.	4.8	4.8
4	PLANCHA DOBLADA DE COBRE TIPO "J"	4	Und.	8.87	35.48
5	PERNO MAQUINADO A°G° 5/8"Øx14" (16 mm Ø x 356 mm) C/TUERCA y CONTRATUERCA	3	Und.	10.17	30.51
6	PERNO MAQUINADO A°G° 5/8"Øx10" (16 mm Ø x 356 mm) C/TUERCA y CONTRATUERCA	2	Und.	15.58	31.16
7	PERNO DOB ARM A°G°5/8"Øx20" 4 TUERC. Y 4 CONTRA TUERC.	2	Und.	15.58	31.16
8	HEBILLA ACERO INOX PARA FLEJE 3/4"	2	Und.	1.14	2.28
9	FLEJE ACERO INOXIDAB 3/4"x30.5m x0.76mm	2	m	3.99	7.98
10	CRUCETA DE A°G° DE 75x75x6mm DE SECCIÓN 2.40 m LONGITUD	2	Und.	378.68	757.36
11	CONECTOR BIMETALICO DOBLE VIA 35/25mm ²	1	Und.	10.14	10.14
12	CONDUCTOR DE ALUMINIO TEMPLE BLANDO 16 mm ² SOLIDO	6	m	11.17	67.02
13	BRAZO RIOSTRA DE PERFIL ANGULAR DE F°G° 50x50x6mm SECCION 710mm LONGITUD	4	Und.	23.57	94.28
14	BRAQUETA DE A°G° PARA CABEZA DE POSTE	2	Und.	66.55	133.1
15	ARAND CUAD PLAN 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16" 11/16" Ø	24	Und.	1.62	38.88
16	ARAND CUAD CURV 2 1/4"x2 1/4"x3/16" 11/16" Ø	1	Und.	1.62	1.62
17	AISL. PORCELANA TIPO CARRETE	1	Und.	5.67	5.67
18	AIS POLIM PIN 35KV LF 900 mm (Incl. Espiga)	6	Und.	112.75	676.5
19	CONECTOR DE BRONCE TIPO PERNO PARTIDO	1	Und.	6.07	6.07
TOTAL					3292.35

PA3-3					
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	PARCIAL
1	POSTE CONCRETO ARMADO 13/400/2/180/375	1	Und.	1324.71	1324.71
2	PLANCHA DOBLADA DE COBRE TIPO "J"	8	UND	8.87	70.96
3	PERNO OJO A°G° 5/8"Øx12" (16 mm Ø x 305 mm) CON ARANDELA TUERCA Y CONTRATUERCA	8	UND	11.88	95.04
4	HEBILLA ACERO INOX PARA FLEJE 3/4"	4	UND	1.14	4.56
5	GRILLETE T/LIRA A°G° 5/8"Ø 30000LB	8	UND	11.84	94.72
6	GRAPA ANCL T/PIST P/COND.AL 35-70mm ² 2PER	8	UND	25.53	204.24
7	FLEJE ACERO INOXIDAB 3/4"x30.5m x0.76mm	4	m	3.99	15.96
8	Conectores AMPAC 70/70 mm ² Al Cu	6	UND	32.54	195.24
9	CONECTOR DE BRONCE TIPO PERNO PARTIDO	1	UND	6.07	6.07
10	CONECTOR BIMETALICO DOBLE VIA 35/25mm ²	1	UND	10.14	10.14
11	CINTA PLANA DE ARMAR	8	UND	1.02	8.16
12	ARAND CUAD CURV 2 1/4"x2 1/4"x3/16" 11/16" Ø	16	UND	1.62	25.92
13	AISL POLIM SUSP 36 KV 900 MM BIL 170	8	UND	49.93	399.44
14	Conectores AMPAC 35/35 mm ² Al Cu	2	UND	13.31	26.62
TOTAL					2481.78



PR3-3					
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	PARCIAL
1	POSTE CONCRETO ARMADO 13/400/2/180/375	1	Und.	1324.71	1324.71
2	TUERCA OJO DE A°G° DE 16mm Ø (5/8"Ø)	5	UND	8.05	40.25
3	PORTALINEA UNIPOLAR	2	UND	4.8	9.6
4	PLANCHA DOBLADA DE COBRE TIPO "J"	5	UND	8.87	44.35
6	PERNO OJO A°G° 5/8"Øx12" (16 mm Ø x 305 mm) CON ARANDELA TUERCA Y CONTRATUERCA	1	UND	11.88	11.88
7	PERNO MAQUINADO A°G° 5/8"Øx14" (16 mm Ø x 356 mm) C/TUERCA y CONTRATUERCA	3	UND	10.17	30.51
9	PERNO MAQUINADO A°G° 5/8"Øx10" (16 mm Ø x 356 mm) C/TUERCA y CONTRATUERCA	2	UND	15.58	31.16
10	PERNO DOB ARM A°G°5/8"Øx20" 4 TUERC. Y 4 CONTRA TUERC.	2	UND	10.17	20.34
11	HEBILLA ACERO INOX PARA FLEJE 3/4"	2	UND	1.14	2.28
12	GRILLETE T/LIRA A°G° 5/8"Ø 30000LB	6	UND	11.84	71.04
13	GRAPA ANCL T/PIST P/COND.AL 35-70mm2 2PER	6	UND	25.53	153.18
14	FLEJE ACERO INOXIDAB 3/4"x30.5m x0.76mm	2	m	3.99	7.98
15	CRUCETA DE A°G° DE 75x75x6mm DE SECCIÓN 2.40 m LONGITUD	2	UND	378.68	757.36
16	CONECTOR DE BRONCE TIPO PERNO PARTIDO	1	UND	6.07	6.07
17	CONECTOR BIMETALICO DOBLE VIA 35/25mm2	1	UND	10.14	10.14
18	CONDUCTOR DE ALUMINIO TEMPLE BLANDO 16 mm ² SOLIDO	1	m	11.17	11.17
19	CINTA PLANA DE ARMAR	6	UND	1.02	6.12
20	BRAZO RIOSTRA DE PERFIL ANGULAR DE F°G° 50x50x6mm SECCION 710mm LONGITUD	4	UND	23.57	94.28
21	BRAQUETA DE A°G° PARA CABEZA DE POSTE	1	UND	66.55	66.55
22	ARAND CUAD PLAN 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16" 11/16 "Ø	23	UND	1.62	37.26
23	ARAND CUAD CURV 2 1/4"x2 1/4"x3/16" 11/16 "Ø	5	UND	1.62	8.1
24	AISL. PORCELANA TIPO CARRETE	2	UND	5.67	11.34
25	AISL POLIM SUSP 36 KV 900 MM BIL 170	6	UND	49.93	299.58
26	AIS POLIM PIN 35KV LF 900 mm (Incl. Espiga)	1	UND	112.75	112.75
TOTAL					3168

PREC-3					
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	Parcial
1	POSTE CONCRETO ARMADO 13/400/2/180/375	1	Und.	1324.71	1324.71
2	TUERCA OJO DE A°G° DE 16mm Ø (5/8"Ø)	8	Und.	10.17	81.36
3	SOPORTE DE SECCIONAMIENTO DE F°G° TIPO II	1	Und.	274.18	274.18
4	SEPARADOR DE BASTIDORES TIPO "L" DE F°G° DE 75x75x6x3075mm DE LONGITUD	2	Und.	131.82	263.64
5	SECCIONADOR CUT OUT 27KV 170KV BIL 100A	3	Und.	310.22	930.66
6	RECONECTADOR TRIFASICO 38KV 170kVp	1	Und.	429.02	429.02
7	PLANCHA DOBLADA DE COBRE TIPO "J"	11	Und.	4.8	52.8
8	PERNO MAQUINADO A°G° 5/8"Øx22" (16 mm Ø x 559 mm) C/TUERCA y CONTRATUERCA	1	Und.	15.58	15.58
9	PERNO MAQUINADO A°G° 5/8"Øx14" (16 mm Ø x 356 mm) C/TUERCA y CONTRATUERCA	9	Und.	10.17	91.53
10	PERNO MAQUINADO A°G° 5/8"Øx8" (13 mm Ø x 203 mm) C/TUERCA y CONTRATUERCA	4	Und.	7.2	28.8
11	PERNO MAQUINADO A°G° 5/8"Øx5" (16 mm Ø x 51 mm) C/TUERCA y CONTRATUERCA	2	Und.	5.8	11.6
12	PERNO DOB ARM A°G°5/8"Øx20" 4 TUERC. Y 4 CONTRA TUERC.	5	Und.	15.58	77.9
13	PAR ZNO 21KV 17KV (MCOV) 10KA	3	Und.	177.02	531.06
14	MEDIA LOZA DE 1.50/750.	1	Und.	340.72	340.72
15	HEBILLA ACERO INOX PARA FLEJE 3/4"	6	Und.	1.14	6.84
16	GRILLETE T/LIRA A°G° 5/8"Ø 30000LB	8	Und.	11.84	94.72
17	GRAPA ANCL T/PIST P/COND.AL 35-70mm2 2PER 35-70mm2 2PER	8	Und.	25.53	204.24
18	Fusible tipo K	3	Und.	9.43	28.29
19	FLEJE ACERO INOXIDAB 3/4"x30.5m x0.76mm	6	m	1.14	6.84
20	CONECTOR DE BRONCE TIPO PERNO PARTIDO	3	Und.	6.07	18.21
21	CONECTOR BIMETALICO DOBLE VIA 35/25mm2	1	Und.	10.14	10.14
22	CINTA PLANA DE ARMAR	8	m	1.02	8.16
23	BRAZO RIOSTRA DE PERFIL ANGULAR DE F°G° 64x64x6mm SECCION 1633mm LONGITUD	4	Und.	23.57	94.28
24	BASTIDOR TIPO "L" DE 75x75x6x1690mm (TIPO I)	10	Und.	257.52	2575.2
25	ARAND CUAD PLAN 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16" 11/16 "Ø	70	Und.	1.62	113.4
26	ARAND CUAD CURV 2 1/4"x2 1/4"x3/16" 11/16 "Ø	2	Und.	1.62	3.24
27	AISL POLIM SUSP 36 KV 900 MM BIL 170	8	Und.	49.93	399.44
TOTAL					8016.56



PSVE-3					
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	PARCIAL
1	POSTE CONCRETO ARMADO 13/400/2/180/375	1	Und.	1324.71	1324.71
2	VARILLA DE ARMAR SIMPLE DE 70 mm ²	3	Und.	11.21	33.63
3	VARILLA DE ARMAR SIMPLE DE 35 mm ²	1	Und.	7.74	7.74
4	PLANCHA DOBLADA DE COBRE TIPO "J"	5	Und.	8.87	44.35
5	PERNO MAQUINADO A°G° 5/8"Øx14" (16 mm Ø x 356 mm) C/TUERCA y CONTRATUERCA	5	Und.	10.17	50.85
6	HEBILLA ACERO INOX PARA FLEJE 3/4"	4	Und.	1.14	4.56
7	FLEJE ACERO INOXIDAB 3/4"x30.5m x0.76mm	4	m	3.99	15.96
8	CONECTOR DE BRONCE TIPO PERNO PARTIDO	1	Und.	6.07	6.07
9	CONECTOR BIMETALICO DOBLE VIA 35/25mm ²	1	Und.	10.14	10.14
10	CONDUCTOR DE ALUMINIO TEMPLE BLANDO 16 mm ² SOLIDO	4	m	11.17	44.68
11	BRAZO RIOSTRA DE PERFIL ANGULAR DE F°G° 64x64x6mm SECCION 1633mm LONGITUD	1	Und.	23.57	23.57
12	BASTIDOR TIPO "L" DE 75x75x6x1690mm (TIPO I)	4	Und.	257.52	1030.08
13	ARAND CUAD PLAN 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16" 11/16 "Ø	15	Und.	1.62	24.3
14	ARAND CUAD CURV 2 1/4"x2 1/4"x3/16" 11/16 "Ø	5	Und.	1.62	8.1
15	AIS POLIM PIN 35KV LF 900 mm (Incl. Espiga)	4	Und.	112.75	451
16	SEPARADOR DE BASTIDORES TIPO "L" DE F°G° DE 75x75x6x3075mm DE LONGITUD	1	Und.	131.82	131.82
TOTAL					3211.56

TABLA DE PLANIFICACIÓN- RI POSTE				
CANT	DESCRIPCION	UND	PRECIO	Parcial
1	Aislador polimérico tipo suspensión	und	49.93	49.93
4	Alambre de amarre preformado de A°G° para cable de 10 mm Ø	und	11.1	44.4
2	Arandela cuadrada curva de 57x57x5 mm agujero de 21 mm Ø	und	1.62	3.24
2	Arandela de anclaje cuadrada de 102x102x6 35 mm agujero de 21 mm Ø	und	6.41	12.82
1	Bloque de concreto armado de 0,5x0,5x0,20 m	und	48.9	48.9
1	Cable de A°G° grado EHS	m	4.01	4.01
1	Canaleta guardacable de A°G° de 2 40 m de longitud 40 m de longitud provisto de tuerca y contratuerca	und	38.49	38.49
2	Guardacabo de A°G° para cable de 10 mm Ø	und	2.43	4.86
1	Perno angular de ojal guardacabo de 16 mm Øx 254 mm de longitud provisto de tuerca y contratuerca	und	12.17	12.17
1	Varilla de anclaje con ojal guardacabo de A°G° de 19 mm Øx 2 4 m de longitud provisto de tuerca y contratuerca	und	48.08	48.08
TOTAL				266.9

