

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA,
INFORMÁTICA Y MECÁNICA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



TESIS

**DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA
SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES
NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024**

PRESENTADO POR:

Br. FREDY MAMANI BOLIVAR

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO ELECTRICISTA**

ASESOR:

Dr. Ing. DONATO MAMANI PARI

CUSCO – PERÚ

2025



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor DONATO MAMANI PARI
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO
CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA
A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO
MADRE DE DIOS- 2024

Presentado por: FREDY MAMANI BOLIVAR DNI N° 42873892 ;
presentado por: DNI N°:
Para optar el título Profesional/Grado Académico de INGENIERO
ELECTRICISTA

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de**
Similitud en la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 4 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	<u>X</u>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto**
las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 11 de DICIEMBRE de 2025

[Firma]
Firma

Post firma DONATO MAMANI PARI

Nro. de DNI 23876507

ORCID del Asesor 000-0002-0998-3124

Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259.539393064

FREDY MAMANI BOLIVAR

VOLUMEN TESIS FINAL REPOSITORIO BOLIVAR) (1).pdf



Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:539393064

262 páginas

Fecha de entrega

11 dic 2025, 5:16 a.m. GMT-5

57.970 palabras

Fecha de descarga

11 dic 2025, 5:26 a.m. GMT-5

284.473 caracteres

Nombre del archivo

VOLUMEN TESIS FINAL REPOSITORIO BOLIVAR) (1).pdf

Tamaño del archivo

21.2 MB

4% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 17 palabras)

Exclusiones

- N.º de fuentes excluidas
- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 3%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 2%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

-  **Caracteres reemplazados**
166 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.
-  **Texto oculto**
359 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

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

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



DR. DONATO MAMANI PARI
ASESOR DE TESIS

PRESENTACIÓN

Señor Decano de la Facultad de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Informática y Mecánica de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, distinguidos Ingenieros docentes y miembros del jurado.

En cumplimiento con los preceptos que establece el Reglamento de Grados y Títulos vigente de la Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco, presento a vuestra consideración la presente tesis titulada “DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024”, con el objetivo de optar al título profesional de ingeniero electricista, esperando que el estudio presentado sea un aporte valioso y que pueda ser útil para el desarrollo del Perú.

Atentamente:

El Tesista

DEDICATORIA

A mis padres, DOROTEO MAMANI CCORIMANYA y JULIA BOLIVAR COPACONDORI, que hoy se encuentran en la presencia de Dios. Su esfuerzo, sabiduría y amor incondicional guiaron mi camino y me dieron la fortaleza para alcanzar este logro.

A mi esposa MELINA, por su constante apoyo y sacrificio, y a mis hijos AMARU y YADIEL, por ser la razón más grande de mi esfuerzo y superación personal.

A mis hermanos, porque ellos fueron la causa de mi superación.

A mis compañeros, docentes y amigos por su apoyo en todo este tiempo.

Atentamente: Fredy Mamani Bolívar

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme salud y una familia que siempre me ha apoyado en mi formación profesional.

A mi alma mater, la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco y a mis profesores que me inspiraron con su pasión por la Ingeniería Eléctrica.

Muchas gracias a mis padres que me apoyaron en todo momento.

Gracias a mi asesor Dr. Ing. Donato Mamani Pari, quien me apoyó en la realización y culminación de la tesis.

Un agradecimiento especial a todos los involucrados por su apoyo y cooperación en las encuestas y entrevistas.

Atentamente:

El Tesista

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el acceso a la energía eléctrica se ha consolidado como un factor fundamental para el desarrollo económico y social de las poblaciones. No obstante, en diversas zonas rurales y aisladas del Perú particularmente en regiones selváticas de difícil acceso, aún existen comunidades que carecen de este servicio básico. Tal es el caso de las cuatro comunidades nativas ubicadas en la cuenca del Río Bajo Madre de Dios, en el departamento de Madre de Dios, las cuales enfrentan serias limitaciones en su calidad de vida debido a la falta de infraestructura eléctrica.

Esta carencia no solo restringe el uso de tecnologías que mejoran la salud, la educación y la comunicación, sino que también limita las oportunidades de desarrollo productivo y económico de sus habitantes. Frente a esta problemática, el aprovechamiento de fuentes de energía renovable especialmente la energía solar fotovoltaica, se presenta como una alternativa técnica, económica y ambientalmente viable, particularmente en zonas donde la extensión de redes eléctricas convencionales resulta inviable.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo diseñar un sistema fotovoltaico centralizado que permita suministrar energía eléctrica de manera eficiente, continua y sostenible a las cuatro comunidades nativas del Río Bajo Madre de Dios. El sistema será dimensionado considerando la demanda energética actual y proyectada, e integrará criterios técnicos, económicos y ambientales que garanticen su viabilidad a largo plazo.

El estudio comprenderá la evaluación del contexto local, la recopilación de información mediante visitas de campo y encuestas, el análisis de la demanda energética, la selección y dimensionamiento de los componentes del sistema, así como una evaluación económica basada en un estudio de costo-beneficio.

La tesis se estructura en cinco capítulos. El Capítulo I aborda la problemática del estudio; el Capítulo II desarrolla el marco teórico y los antecedentes; el Capítulo III describe la metodología empleada; el Capítulo IV presenta el diseño técnico del sistema y la evaluación económica; el Capítulo V expone los resultados; y finalmente se presenta las conclusiones y recomendaciones.

RESUMEN

El estudio tuvo como propósito diseñar un Sistema Fotovoltaico Centralizado (SFC) para abastecer de energía eléctrica sostenible a cuatro comunidades nativas de la cuenca del Río Bajo Madre de Dios. La propuesta busca asegurar un suministro continuo y eficiente, mejorar la calidad de vida, promover el desarrollo local y fomentar el uso de energías renovables en zonas rurales aisladas.

La investigación siguió un enfoque proyectivo con visitas de campo, encuestas y entrevistas para identificar necesidades energéticas y proyecciones de crecimiento. Se analizó la demanda eléctrica y se realizó una proyección a 20 años, lo que permitió definir los parámetros técnicos del sistema. El diseño se elaboró con el software PVsyst, complementado con una evaluación económica basada en VAN, TIR y relación Beneficio-Costo.

El sistema propuesto incluye 168.20 kWp de potencia, 282 módulos de 600 Wp, 9 inversores, 17 controladores MPPT y cuatro bancos de baterías que brindan 145.03 kWh útiles. Esto permite cubrir una demanda de 556.93 kWh/día, con 10 % de margen de seguridad y un día de autonomía, considerando una irradiación promedio de 4.7 kWh/m²/día.

La inversión inicial estimada es de S/. 2,747,283.80, con costos operativos anuales de S/. 46,566.46. Los resultados económicos (VAN positivo, TIR de 11.46 % y B/C de 2.10) confirman su viabilidad. Se concluye que el SFC es una alternativa técnica, económica y ambientalmente adecuada y replicable para otras comunidades rurales aisladas del país.

PALABRAS CLAVE: Sistema fotovoltaico centralizado, Suministro de energía eléctrica, Comunidades nativas, Río Bajo Madre de Dios.

ABSTRACT

The study aimed to design a Centralized Photovoltaic System (CPS) to provide sustainable electricity to four native communities in the Lower Madre de Dios River basin. The proposal seeks to ensure a continuous and efficient supply, improve quality of life, promote local development, and encourage the use of renewable energy in isolated rural areas.

The research followed a projective approach, including field visits, surveys, and interviews to identify energy needs and growth projections. Electricity demand was analyzed, and a 20-year projection was developed, allowing for the definition of the system's technical parameters. The design was developed using PVsyst software, complemented by an economic evaluation based on NPV, IRR, and Benefit-Cost ratio.

The proposed system includes 168.20 kWp of power, 282 modules of 600 Wp each, 9 inverters, 17 MPPT controllers, and four battery banks providing 145.03 kAh of usable energy. This allows for meeting a demand of 556.93 kWh/day, with a 10% safety margin and one day of autonomy, considering an average solar irradiance of 4.7 kWh/m²/day.

The estimated initial investment is S/. 2,747,283.80, with annual operating costs of S/. 46,566.46. The economic results (positive NPV, IRR of 11.46%, and B/C ratio of 2.10) confirm its viability. It is concluded that the solar thermal system is a technically, economically, and environmentally sound alternative that can be replicated for other isolated rural communities in the country.

KEYWORDS: Centralized Photovoltaic System, Electric Power Supply, Native Communities, Bajo Madre de Dios River.

ÍNDICE

PRESENTACIÓN.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INTRODUCCIÓN	iv
RESUMEN	vi
ABSTRACT.....	vii
ÍNDICE	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS	xix
CAPITULO I	1
FORMULACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. Ubicación Geográfica	1
1.2. Descripción del Problema	3
1.3. Planteamiento del Problema	8
1.4. Formulación del Problema.....	8
1.4.1. Problema General.....	8
1.4.2. Problemas Específicos.....	8
1.5. Justificación del Estudio	8
1.5.1. Justificación Técnica.....	9

1.5.2. Justificación Social.....	9
1.5.3. Justificación Económica.....	9
1.5.4. Justificación Ambiental.....	10
1.6. Objetivos de la investigación.....	10
1.6.1. Objetivo General	10
1.6.2. Objetivos Específicos.....	10
1.7. Alcances y Limitaciones	11
1.7.1. Alcances	11
1.7.2. Limitaciones	11
1.8. Hipótesis	12
1.8.1. Hipótesis General	12
1.8.2. Hipótesis Específicos	12
1.9. Variables e Indicadores.....	12
1.10. Operacionalización de variables	14
CAPITULO II	15
MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. Antecedentes del Estudio.....	15
2.1.1. En el Ámbito Internacional	15
2.1.2. En el Ámbito Nacional.....	16
2.2. Bases teóricas.....	19
2.2.1. Energía eléctrica y desarrollo social.....	19

2.2.2.	Situación energética en zonas rurales del Perú	19
2.2.3.	Irradiación solar.....	22
2.2.4.	Sistemas Fotovoltaicos.....	24
2.2.5.	Sistemas Fotovoltaicos Centralizados.....	26
2.2.6.	Componentes principales del Sistema Fotovoltaico Centralizado	27
2.2.7.	Diseño del sistema fotovoltaico	42
2.2.8.	Viabilidad económica del sistema.....	44
2.2.9.	Impacto social y ambiental.....	46
2.3.	Marco Legal y Normativo.....	47
2.4.	Marco Conceptual.....	48
CAPITULO III.....		51
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN		51
3.1.	Tipo de Investigación.....	51
3.1.1.	Tipo de Investigación	51
3.1.2.	Nivel de Investigación.....	51
3.1.3.	Enfoque de la Investigación	51
3.1.4.	Diseño de la investigación.....	52
3.2.	Población.....	52
3.3.	Muestra	52
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	53
3.5.	Técnicas e instrumentos de Análisis y Procesamiento de datos	53

CAPITULO IV.....	54
DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	54
4.1. Diagrama de flujo del diseño del sistema fotovoltaico centralizado	54
4.2. Recolección de información	55
4.2.1. Ubicación geográfica y accesibilidad.....	55
4.2.2. Datos de demanda eléctrica de las comunidades	57
4.2.3. Perfil de demanda diaria por predio	61
4.2.4. Datos climáticos y radiación solar	67
4.3. Análisis de la demanda	68
4.3.1. Determinación del consumo diario total	68
4.3.2. Proyección de crecimiento de la demanda	75
4.4. Evaluación del recurso solar	87
4.4.1. Determinación de horas sol pico (HSP) promedio anual	87
4.5. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico centralizado	92
4.5.1. Cálculo de potencia pico del sistema	93
4.5.2. Selección y cantidad de módulos fotovoltaicos	93
4.5.3. Configuración de strings y ángulo de inclinación.....	95
4.6. Dimensionamiento del sistema de almacenamiento	98
4.6.1. Cálculo de la capacidad del banco de baterías	98
4.6.2. Selección de baterías	98
4.6.3. Arreglo del banco de baterías.....	99

4.7.	Dimensionamiento de controladores de carga e inversores	101
4.7.1.	Dimensionamiento del controlador de carga.....	101
4.7.2.	Dimensionamiento de inversores de potencia.....	104
4.7.3.	Dimensionamiento de los conductores.....	106
4.7.4.	Protección contra sobrecorrientes	109
4.8.	Simulación del sistema fotovoltaico centralizado.....	110
4.9.	Diseño de la red de distribución y alumbrado publico	114
4.9.1.	Diseño de la red de distribución de baja tensión.....	114
4.9.2.	Cálculo de alumbrado publico.....	115
4.9.3.	Cálculo de caída de tensión y perdidas de distribución	117
4.10.	Simulación en MATLAB/SIMULINK del Sistema Fovovoltaico Centralizado	117
4.11.	Evaluación económica	128
4.11.1.	Definición de los objetivos y alcances de la evaluación económica...	128
4.11.2.	Identificación de costos del proyecto	129
4.11.3.	Identificación de beneficios económicos	131
4.11.4.	Elaboración de flujo de caja.....	132
4.11.5.	Cálculo de indicadores económicos	132
CAPITULO V		136
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN		136
5.1.	Resultados	136
5.2.	Validación de hipótesis	160

CONCLUSIONES	162
RECOMENDACIONES	164
REFERENCIAS.....	165
ANEXOS.....	169

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 <i>Ubicación de las cuatro Comunidades Nativas del Rio Bajo Madre de Dios</i>	1
Tabla 1.2 <i>Cantidad de viviendas actual de las cuatro Comunidades Nativas</i>	4
Tabla 1.3 <i>Operacionalización de variables</i>	14
Tabla 2.1 <i>Diferencias entre baterías para sistemas fotovoltaicos</i>	33
Tabla 2.2 <i>Comparación entre tipos de inversor</i>	37
Tabla 2.3 <i>Comparación entre PWM vs MPPT</i>	39
Tabla 3.1 <i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</i>	53
Tabla 3.2 <i>Técnicas e instrumentos de análisis de datos</i>	53
Tabla 4.1 <i>Artefactos típicos para una vivienda</i>	59
Tabla 4.2 <i>Artefactos típicos para Salón Comunal</i>	59
Tabla 4.3 <i>Artefactos típicos para Templo de Culto</i>	60
Tabla 4.4 <i>Artefactos típicos para Centro Educativo</i>	60
Tabla 4.5 <i>Artefactos típicos para Posta Médica</i>	61
Tabla 4.6 <i>Perfil de demanda diaria para “vivienda”</i>	62
Tabla 4.7 <i>Perfil de demanda diaria para “Local Comunal”</i>	63
Tabla 4.8 <i>Perfil de demanda diaria para “Templo de Culto”</i>	64
Tabla 4.9 <i>Perfil de demanda diaria para “Centro Educativo”</i>	65
Tabla 4.10 <i>Perfil de demanda diaria para “Posta Medica”</i>	66
Tabla 4.11 <i>Datos climatológicos de la zona de estudio</i>	68
Tabla 4.12 <i>Resumen de población y vivienda actual de las cuatro Comunidades Nativas</i>	69
Tabla 4.13 <i>Perfil de demanda diaria para la CC Lago Valencia</i>	71
Tabla 4.14 <i>Perfil de demanda diaria para la CC NN Palma Real</i>	72
Tabla 4.15 <i>Perfil de demanda diaria total para la CC Puerto Pardo</i>	73
Tabla 4.16 <i>Perfil de demanda diaria total para la CC NN Sonene</i>	74
Tabla 4.17 <i>Resumen de consumo diario total por comunidad</i>	75
Tabla 4.18 <i>Población Censada Y Tasa De Crecimiento Promedio Anual, Según Provincia, 2007 Y</i>	

2017.....	75
Tabla 4.19 <i>Número de personas por hogar</i>	76
Tabla 4.20 <i>Proyección de la población y vivienda hasta el año 20.....</i>	77
Tabla 4.21 <i>Cantidad de viviendas año 0 y año 20 por Comunidad</i>	79
Tabla 4.22 <i>Perfil de demanda diaria total año 0 y 20 – Comunidad Lago Valencia</i>	81
Tabla 4.23 <i>Perfil de demanda diaria total año 0 y 20 – CC NN Palma Real</i>	82
Tabla 4.24 <i>Perfil de demanda diaria total año 0 y 20 – Comunidad Puerto Pardo</i>	83
Tabla 4.25 <i>Perfil de demanda diaria total año 0 y 20 – CC NN Sonene</i>	84
Tabla 4.26 <i>Proyección de la demanda de energía desde el año 0 al año 20</i>	85
Tabla 4.27 <i>Demanda máxima por comunidad</i>	86
Tabla 4.28 <i>Irradiación horizontal global determinados</i>	91
Tabla 4.29 <i>Potencia pico del sistema por Comunidad.....</i>	93
Tabla 4.30 <i>Alternativas de selección de paneles fotovoltaicos</i>	94
Tabla 4.31 <i>Numero de paneles FV por Comunidad.....</i>	95
Tabla 4.32 <i>Numero de paneles FV en serie, por Comunidad</i>	96
Tabla 4.33 <i>Numero de paneles FV para conexión en paralelo, por Comunidad.....</i>	97
Tabla 4.34 <i>Capacidad de banco de baterías, por Comunidad.....</i>	98
Tabla 4.35 <i>Alternativas de selección de baterías.....</i>	99
Tabla 4.36 <i>Cantidad de baterías conectadas en serie, por Comunidad</i>	100
Tabla 4.37 <i>Cantidad de ramales de baterías conectadas en paralelo, por Comunidad</i>	100
Tabla 4.38 <i>Número total de baterías, por Comunidad</i>	101
Tabla 4.39 <i>Características del controlador de carga</i>	102
Tabla 4.40 <i>Número paneles por controlador, por Comunidad.....</i>	103
Tabla 4.41 <i>Número paneles por MPPT, por Comunidad</i>	103
Tabla 4.42 <i>Número controladores de carga, por Comunidad</i>	104
Tabla 4.43 <i>Características técnicas del inversor de potencia seleccionado</i>	105
Tabla 4.44 <i>Número inversores, por Comunidad.....</i>	106
Tabla 4.45 <i>Resumen de cantidad de equipamiento para el SFC, por Comunidad</i>	106

Tabla 4.46 <i>Corriente máxima tramo generador FV – Controlador</i>	107
Tabla 4.47 <i>Corriente máxima tramo Controlador – Inversor</i>	108
Tabla 4.48 <i>Datos para calcular sección del conductor por tramos.....</i>	109
Tabla 4.49 <i>Sección mínima de conductor por tramos.....</i>	109
Tabla 4.50 <i>Interruptor de protección por tramos</i>	110
Tabla 4.51 <i>Demanda mensual AP, por comunidad.....</i>	116
Tabla 4.52 <i>Cantidad de AP, por comunidad.....</i>	116
Tabla 4.53 <i>Datos de población y demanda</i>	129
Tabla 4.54 <i>Presupuesto Referencial del proyecto.....</i>	130
Tabla 4.55 <i>Costos incrementales a precios sociales.....</i>	131
Tabla 4.56 <i>Beneficios económicos sociales</i>	131
Tabla 4.57 <i>Beneficios incrementales a precios sociales</i>	132
Tabla 4.58 <i>Flujo de caja del proyecto</i>	132
Tabla 4.59 <i>Indicadores de rentabilidad obtenidos.....</i>	134
Tabla 4.60 <i>Factor de planta por comunidad</i>	135
Tabla 5.1 <i>Demanda máxima calculado por comunidad</i>	136
Tabla 5.2 <i>Tabla comparativa de resultados entre el cálculo manual y PVsust</i>	137
Tabla 5.3 <i>Resumen de Equipos y Materiales Principales</i>	159
Tabla 5.4 <i>Indicadores a precios sociales.....</i>	159

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 <i>Ubicación geográfica de las cuatro comunidades nativas del Rio Bajo Madre de Dios consideradas.....</i>	1
Figura 1.2 <i>Beneficiario de la Comunidad Nativa de Sonene</i>	6
Figura 1.3 <i>Beneficiario de la Comunidad Nativa de Palma Real.....</i>	6
Figura 1.4 <i>Beneficiario del sector de Puerto Pardo</i>	6
Figura 1.5 <i>Beneficiario del sector de Lago Valencia.....</i>	7
Figura 2.1 <i>La ejecución de sistemas de electrificación en el ámbito rural peruano</i>	20
Figura 2.2 <i>Irradiación solar en el departamento de Madre de Dios</i>	23
Figura 2.3 <i>Principio de funcionamiento</i>	24
Figura 2.4 <i>Sistema fotovoltaico individual</i>	24
Figura 2.5 <i>Sistema fotovoltaico centralizado.....</i>	25
Figura 2.6 <i>Representación gráfica de un sistema fotovoltaico centralizado</i>	26
Figura 2.7 <i>Paneles Solares monocristalino, policristalino y amorfo</i>	28
Figura 2.8 <i>Representación esquemática del fenómeno fotovoltaico</i>	29
Figura 4.1 <i>Ubicación geográfica de las cuatro comunidades nativas del Rio Bajo Madre de Dios ...</i>	55
Figura 4.2 <i>Embarcaciones que realizan transporte hacia las comunidades nativas</i>	56
Figura 4.3 <i>Ejemplo de padrón de beneficiarios realizado en la CC NN Sonene</i>	57
Figura 4.4 <i>Ejemplo de encuesta por vivienda en la CC Puerto Pardo</i>	58
Figura 4.5 <i>Diagrama de perfil de demanda diaria por predio</i>	67
Figura 4.6 <i>Diagrama de proyección de la Población para el año 20</i>	78
Figura 4.7 <i>Diagrama de proyección de Viviendas para el año 20</i>	78
Figura 4.8 <i>Diagrama de la proyección de la demanda de energía para el año 20</i>	86
Figura 4.9 <i>Energía Solar incidente diaria, departamento Madre de Dios</i>	88
Figura 4.10 <i>Irradiación horizontal global – Meteonorm 8.1</i>	89
Figura 4.11 <i>Irradiación horizontal global – NASA-SSE</i>	90
Figura 4.12 <i>Irradiación horizontal global –NREL/NSRDB TMY</i>	91

Figura 4.13	<i>Angulo óptimo para la inclinación de los paneles FV</i>	97
Figura 4.14	<i>Ubicación de la zona de estudio en PVsyst</i>	111
Figura 4.15	<i>Angulo de inclinación óptimo de paneles solares en PVsyst</i>	111
Figura 4.16	<i>Simulación del Sistema Fotovoltaico Centralizado con PVsyst</i>	112
Figura 4.17	<i>Selección de baterías en PVsyst</i>	113
Figura 4.18	<i>Selección de paneles fotovoltaicos en PVsyst</i>	113
Figura 4.19	<i>Simulación de resultados en PVsyst</i>	114
Figura 4.20	<i>Plano de red secundaria elaborado en AutoCAD</i>	115
Figura 4.21	<i>Cálculo de caída de tensión elaborado en DIRECAD</i>	117
Figura 4.22	<i>Representación gráfica de un sistema fotovoltaico centralizado</i>	118
Figura 4.23	<i>Diagrama de bloques – conexión panel solar</i>	119
Figura 4.24	<i>Datos de entrada panel solar</i>	119
Figura 4.25	<i>Características del panel solar</i>	120
Figura 4.26	<i>Circuito controlador MPPT</i>	121
Figura 4.27	<i>Circuito elevador de voltaje Boost</i>	122
Figura 4.28	<i>Tensión de entrada y salida</i>	123
Figura 4.29	<i>Conexión de baterías – Simulink</i>	123
Figura 4.30	<i>Circuito del inversor</i>	124
Figura 4.31	<i>Señal de control PWM</i>	125
Figura 4.32	<i>Señal verde (control S1 y S3), señal amarilla (control S2 y S4)</i>	126
Figura 4.33	<i>Señal verde (control S1 y S3), señal amarilla (control S2 y S4)</i>	126
Figura 4.34	<i>Tensión de salida del inversor, señal convertida de DC/AV</i>	127
Figura 4.35	<i>Tensión de salida del rectificador valor RMS</i>	127
Figura 4.36	<i>Potencia consumida – Palma Real</i>	128

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 1: Matriz de Consistencia

ANEXO N° 2: Matriz de Operacionalización de Variables

ANEXO N° 3: Padrón y encuestas tomadas en campo

ANEXO N° 4: Ficha Técnica del Equipamiento Principal del Sistema Fotovoltaico Centralizado y Redes Secundarias

ANEXO N° 5: Metrado y Presupuesto Referencial

ANEXO N° 6: Evaluación Económica

ANEXO N° 7: Simulación del Sistema Fotovoltaico Centralizado en Matlab/Simulink

ANEXO N° 8: Diseño del Sistema Fotovoltaico Centralizado en Pvsyst

CAPITULO I

FORMULACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Ubicación Geográfica

Geográficamente las cuatro comunidades nativas consideradas para el presente estudio de investigación, se encuentran ubicadas en el departamento de Madre de Dios, provincia de Tambopata, distritos de Tambopata y Las Piedras.

Estas comunidades son: Comunidad Nativa de Palma Real, Comunidad Nativa de Lago Valencia, Comunidad Nativa de Puerto Pardo y Comunidad Nativa de Sonene.

Tabla 1.1

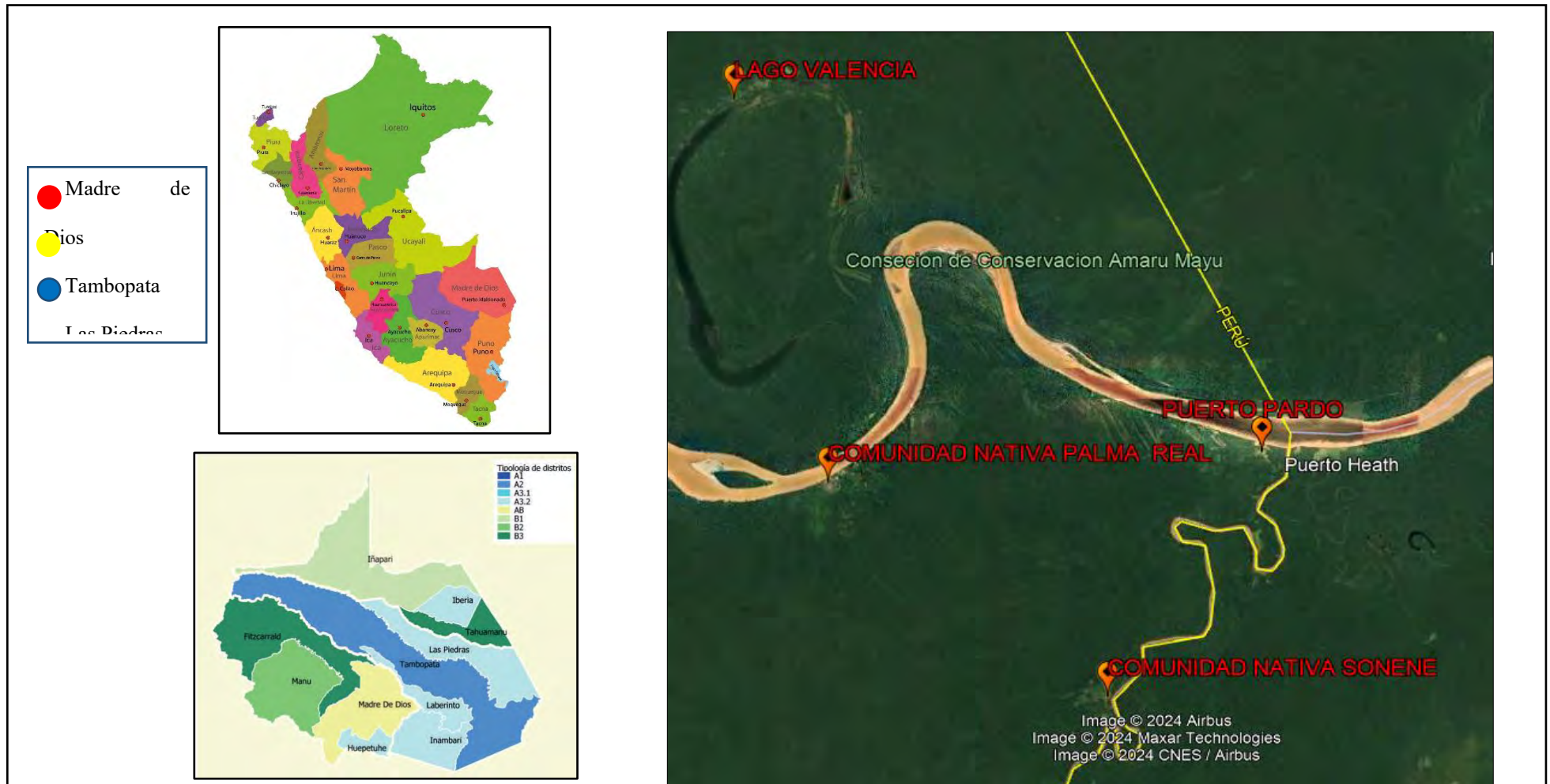
Ubicación de las cuatro Comunidades Nativas del Rio Bajo Madre de Dios

Ítem	Comunidad Nativa	Ubicación Geográfica (UTM)				
		Zona	Este	Norte	Altitud	Ubigeo
1	CCNN Palma Real	19 L	524278	8616862	193 m	170101
2	Lago Valencia	19 L	521469	8628556	180 m	170103
3	Puerto Pardo	19 L	536987	8617746	177 m	170101
4	CCNN Sonene	19 L	532427	8610251	184 m	170101

Fuente: Elaboración Propia, las coordenadas UTM están expresadas en metros.

Figura 1.1

Ubicación geográfica de las cuatro comunidades nativas del Rio Bajo Madre de Dios consideradas



Fuente: Elaboración Propia

1.2. Descripción del Problema

En diversas regiones del país, especialmente en zonas rurales y de difícil acceso, muchas comunidades nativas continúan enfrentando una grave carencia de infraestructura social básica, como servicios de salud, educación, saneamiento, electrificación y vivienda. Esta situación afecta directamente su calidad de vida y limita las oportunidades de desarrollo social, cultural y económico.

Este es el caso de cuatro comunidades nativas ubicadas en la cuenca del río Bajo Madre de Dios, en el departamento de Madre de Dios, provincia de Tambopata, distritos de Tambopata y Las Piedras. Estas comunidades se encuentran dentro del área de amortiguamiento de la Reserva Nacional Tambopata, a una distancia aproximada de 40 a 50 kilómetros de la ciudad de Puerto Maldonado, accesibles únicamente por vía fluvial. El aislamiento geográfico constituye una barrera significativa para la provisión de servicios públicos esenciales, siendo el acceso a la energía eléctrica uno de los más críticos.

Desde el punto de vista sociocultural, los habitantes pertenecen a pueblos originarios amazónicos, quienes conservan sus lenguas nativas como el **ese'eja** o el **harakbut**, además del castellano como segunda lengua. La transmisión de su idioma y sus tradiciones culturales constituye un elemento esencial de su identidad, pero la falta de medios tecnológicos y recursos educativos dificulta la preservación de su patrimonio cultural. En el ámbito religioso, se observa una coexistencia armónica entre las creencias tradicionales amazónicas y la influencia del cristianismo, reflejo de un proceso de sincretismo espiritual que fortalece la cohesión social.

Actualmente, las cuatro comunidades cuentan con alrededor de **182 beneficiarios directos**, entre viviendas familiares y predios de uso común, como escuelas, postas de salud, salones comunales y talleres de artesanía (Ver Tabla 1.2). Sin embargo, ninguna de estas instalaciones dispone de un sistema permanente y adecuado de suministro eléctrico, lo que

restringe severamente sus actividades cotidianas y limita su desarrollo integral.

Tabla 1.2

Cantidad de viviendas actual de las cuatro Comunidades Nativas

Item	Denominación	CC Lago Valencia	CC NN Palma Real	CC Puerto Pardo	CC NN Sonene
1	Vivienda	22	81	33	27
2	Local comunal	2	0	1	2
3	Templo de Culto	1	0	0	0
4	Puesto de Salud	1	1	1	1
5	Centro Educativo	3	2	2	2

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a la educación, las escuelas locales funcionan en condiciones limitadas, con infraestructura deficiente y sin acceso a energía eléctrica. Los docentes enfrentan dificultades para implementar estrategias pedagógicas modernas, carecen de medios audiovisuales, y no pueden utilizar tecnologías de la información y comunicación. Los estudiantes, por su parte, no tienen la posibilidad de estudiar en horario nocturno, lo que afecta la continuidad y calidad del aprendizaje. Este escenario incide directamente en el bajo nivel educativo general y, a largo plazo, en la falta de oportunidades de formación técnica o profesional de los jóvenes.

El servicio de salud también enfrenta serias limitaciones. Las postas médicas existentes carecen de equipamiento adecuado y de energía para conservar medicamentos, operar equipos básicos o atender emergencias en horarios nocturnos. Esta situación expone a la población a riesgos innecesarios, especialmente a mujeres gestantes, niños y adultos mayores. Además, las campañas de vacunación y las intervenciones sanitarias se ven restringidas por la imposibilidad de mantener la cadena de frío y la comunicación permanente con los centros urbanos.

En el aspecto económico, la población se dedica principalmente a la agricultura de

subsistencia, la pesca artesanal, la caza, y, en menor grado, a la artesanía y al turismo comunitario. Estas actividades son compatibles con la conservación ambiental, pero su desarrollo se ve limitado por la falta de energía eléctrica, la cual es necesaria para la conservación de productos perecibles, el procesamiento de alimentos, la producción artesanal o la prestación de servicios turísticos con estándares mínimos de calidad. Asimismo, la ausencia de energía impide la capacitación técnica, el acceso a información y la diversificación económica local.

Desde una perspectiva ambiental, la zona presenta condiciones topográficas y ecológicas que hacen inviable la instalación de una red eléctrica convencional, ya que implicaría la tala de bosques, la alteración de ecosistemas y la vulneración de normativas ambientales. En ese sentido, las soluciones tecnológicas basadas en energías renovables en particular la energía solar fotovoltaica representa una alternativa limpia, sostenible y adaptada a las características geográficas del lugar.

La carencia de energía eléctrica tiene, además, implicaciones en la proyección futura de las comunidades. La falta de acceso a servicios básicos limita la posibilidad de que las nuevas generaciones accedan a la educación superior o desarrollen competencias profesionales que les permitan insertarse en el mercado laboral regional o nacional. Esto genera una sensación de estancamiento y dependencia, afectando las perspectivas de progreso y el fortalecimiento del liderazgo comunitario.

En este contexto, se vuelve urgente identificar e implementar soluciones tecnológicas sostenibles que respondan a las condiciones específicas del territorio y a las necesidades culturales y sociales de la población. Por ello, el presente estudio plantea el diseño de un sistema fotovoltaico centralizado como alternativa viable para suministrar energía eléctrica de manera eficiente, limpia y continua a las comunidades nativas de la cuenca del río Bajo Madre de Dios. Esta propuesta busca no solo mejorar la calidad de vida de los habitantes,

sino también promover la equidad social, fortalecer la educación y la salud, dinamizar la economía local y contribuir a la conservación ambiental y al desarrollo sostenible de la región amazónica.

Figura 1.2

Beneficiario de la Comunidad Nativa de Sonene



Fuente: Elaboración Propia

Figura 1.3

Beneficiario de la Comunidad Nativa de Palma Real



Fuente: Elaboración Propia

Figura 1.4

Beneficiario del sector de Puerto Pardo



Fuente: Elaboración Propia

Figura 1.5

Beneficiario del sector de Lago Valencia



Fuente: Elaboración Propia

1.3. Planteamiento del Problema

Los pobladores de las cuatro comunidades nativas del río Bajo Madre de Dios carecen de suministro de energía eléctrica, debido a su ubicación en zonas aisladas dentro de selva peruana, donde la extensión de redes eléctricas convencionales no resulta técnica ni económicamente viable.

1.4. Formulación del Problema

1.4.1. *Problema General*

¿En qué medida el sistema fotovoltaico centralizado permitirá suministrar energía eléctrica a las cuatro comunidades nativas del Río Bajo Madre de Dios - 2024?

1.4.2. *Problemas Específicos*

- a) ¿En qué medida el Sistema Fotovoltaico Centralizado cubrirá la demanda máxima del suministro de energía eléctrica en las cuatro Comunidades Nativas del Río Bajo Madre de Dios – 2024?
- b) ¿En qué medida el Sistema Fotovoltaico Centralizado garantizará la cobertura del servicio eléctrico en las cuatro Comunidades Nativas del Río Bajo Madre de Dios - 2024?
- c) ¿En qué medida el Sistema Fotovoltaico Centralizado presentará viabilidad económica para suministrar energía eléctrica en las cuatro Comunidades Nativas del Río Bajo Madre de Dios – 2024?

1.5. Justificación del Estudio

El acceso al servicio eléctrico de los habitantes de las cuatro Comunidades Nativas del Río Bajo Madre de Dios mejorará sus condiciones de vida tanto personales como materiales, además de promover la unidad nacional y la integración social en Perú.

1.5.1. Justificación Técnica

El presente estudio propone una solución viable, segura y eficiente para el suministro eléctrico a través de un sistema fotovoltaico centralizado. La alternativa técnica se fundamenta en el aprovechamiento de la energía solar, una fuente abundante en la región amazónica. El diseño considera criterios como la demanda energética actual y futura, condiciones climáticas, accesibilidad de componentes y facilidad de mantenimiento. A diferencia de sistemas individuales poco sostenibles, un sistema centralizado garantiza un mejor control, mayor durabilidad y optimización del rendimiento.

1.5.2. Justificación Social

El acceso a la electricidad es un derecho fundamental que impulsa el desarrollo humano. Las cuatro comunidades nativas del Río Bajo Madre de Dios actualmente no cuentan con servicios eléctricos adecuados, lo que limita el acceso a salud, educación, comunicación y desarrollo comunitario. Esta propuesta contribuye directamente a mejorar la calidad de vida de los habitantes, permitiéndoles el uso de equipos médicos, computadoras, refrigeración de alimentos y alumbrado doméstico, lo que fortalece la inclusión social y la equidad.

1.5.3. Justificación Económica

La falta de acceso a la energía eléctrica limita significativamente las oportunidades productivas de estas comunidades. Con electricidad, se pueden potenciar actividades como carpintería, refrigeración de productos agrícolas, educación técnica y emprendimientos locales. Además, el sistema fotovoltaico representa una inversión inicial que se recupera a mediano plazo, eliminando la dependencia de combustibles fósiles y grupos electrógenos costosos y contaminantes. Esto genera ahorro económico para las familias y mejora la autosuficiencia energética.

1.5.4. Justificación Ambiental

La propuesta promueve el uso de una fuente de energía limpia, renovable y no contaminante, reduciendo así la huella de carbono. Al evitar la quema de combustibles fósiles, se disminuye el impacto ambiental en una zona de alta biodiversidad, como es la cuenca del Río Madre de Dios, que además colinda con áreas protegidas como la Reserva Nacional Tambopata. La implementación del sistema fotovoltaico se alinea con principios de desarrollo sostenible y respeto al entorno natural y cultural.

1.6. Objetivos de la investigación

1.6.1. Objetivo General

Determinar en qué medida el sistema fotovoltaico centralizado permite suministrar energía eléctrica a las cuatro comunidades nativas del Río Bajo Madre de Dios – 2024.

1.6.2. Objetivos Específicos

- a) Diseñar el Sistema Fotovoltáico Centralizado para cubrir la demanda máxima del suministro de energía eléctrica en las cuatro Comunidades Nativas del Río Bajo Madre de Dios – 2024.
- b) Dimensionar las características técnicas del Sistema Fotovoltáico Centralizado para garantizar la cobertura del servicio eléctrico en las cuatro Comunidades Nativas del Río Bajo Madre de Dios – 2024.
- c) Realizar una evaluación de la rentabilidad del Sistema Fotovoltáico Centralizado con el fin de determinar la viabilidad económica del suministro de energía eléctrica en las cuatro Comunidades Nativas del Río Bajo Madre de Dios – 2024.

1.7. Alcances y Limitaciones

1.7.1. Alcances

Diseño técnico del sistema fotovoltaico centralizado: Se realizará el diseño completo del sistema, considerando la demanda energética actual y proyectada, dimensionamiento de paneles, baterías, inversores, controladores, cableado y distribución interna en las cuatro comunidades nativas.

Diagnóstico energético: Incluye la recolección y análisis de datos sobre hábitos de consumo, número de usuarios, tipo de equipos eléctricos y proyecciones de crecimiento poblacional y tecnológico en un horizonte de 20 años.

Evaluación de viabilidad económica: Se desarrollará un análisis costo-beneficio del sistema propuesto, considerando costos de instalación, operación, mantenimiento y beneficios económicos y sociales para los beneficiarios.

Enfoque en sostenibilidad: El estudio incorporará criterios de sostenibilidad ambiental y social, promoviendo el uso de energía limpia en armonía con el entorno natural y cultural de las comunidades.

1.7.2. Limitaciones

No se incluye la ejecución del proyecto: El alcance de la tesis es únicamente proyectual. No contempla la implementación física del sistema ni su operación en campo.

Accesibilidad geográfica: Las limitaciones de acceso a las comunidades, por estar en zonas remotas de difícil ingreso fluvial, restringieron el número de visitas de campo y la logística para el levantamiento de datos.

Dependencia de datos declarativos: Parte de la información se obtuvo mediante encuestas y entrevistas a los pobladores, lo cual puede estar sujeto a errores de percepción o subregistro del consumo real.

Restricción presupuestal: La propuesta se desarrolló bajo un escenario teórico y no contempla la disponibilidad real de financiamiento por parte del Estado u organismos privados.

1.8. Hipótesis

1.8.1. Hipótesis General

El diseño del sistema fotovoltaico centralizado permitirá suministrar energía eléctrica a las cuatro comunidades nativas del Río Bajo Madre de Dios – 2024.

1.8.2. Hipótesis Específicas

- a) El Sistema Fotovoltáico Centralizado cubrirá de manera óptima la demanda máxima del suministro de energía eléctrica en las cuatro comunidades Nativas del Río Bajo Madre de Dios – 2024.
- b) El Sistema Fotovoltáico Centralizado garantizará de manera efectiva la cobertura del servicio eléctrico en las cuatro Comunidades Nativas del Río Bajo Madre de Dios – 2024.
- c) El Sistema Fotovoltáico Centralizado presentará viabilidad económica que permitirá garantizar el suministro de energía eléctrica en las cuatro Comunidades Nativas del Río Bajo Madre de Dios – 2024.

1.9. Variables e Indicadores

Variable Independiente

- Sistema Fotovoltáico Centralizado

Indicadores:

- Potencia Pico Instalada (kWp)
- Numero de módulos fotovoltaicos
- Numero de baterías

- Número de controladores de carga
- Número de inversores

Técnicas de recolección de datos:

- Revisión documental (libros, reportes, base de datos, catálogos, especificaciones técnicas)

Variable Dependiente

- Suministro de energía eléctrica

Indicadores:

- Demanda máxima
- % de viviendas atendidos
- VAN
- TIR
- B/C

Técnicas de recolección de datos:

- Observación directa
- Encuestas
- Visita a Campo

1.10. Operacionalización de variables

Tabla 1.3

Operacionalización de variables

PROBLEMA	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	NIVEL DE INVESTIGACION
Los pobladores de las cuatro comunidades nativas del río Bajo Madre de Dios carecen de suministro de energía eléctrica, debido a su ubicación en zonas aisladas dentro de selva peruana, donde la extensión de redes eléctricas convencionales no resulta técnica ni económicamente viable.	El diseño del sistema fotovoltaico centralizado permitirá suministrar energía eléctrica a las cuatro comunidades nativas del Río Bajo Madre de Dios – 2024.	Sistema Fotovoltáico Centralizado	Potencia Pico Instalada (kW)	Cálculos Simulación	Explicativo Explicativo
			Número de módulos fotovoltaicos	Cálculos	Explicativo
			Número de baterías	Cálculos	Explicativo
			Número de controladores de carga	Cálculos	Explicativo
			Número de inversores	Cálculos	Explicativo
		Suministro de energía eléctrica	Número de beneficiarios atendidos	Cálculos Encuestas Entrevistas	Explicativo Descriptivo Descriptivo
			Demanda máxima	Cálculos	Explicativo
			% de viviendas atendidos	Cálculos	Explicativo
			VAN	Cálculos	Explicativo
			TIR	Cálculos	Explicativo
			B/C	Cálculos	Explicativo

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del Estudio

2.1.1. En el Ámbito Internacional

A) Camacho y Navarro (2022) realizaron una tesis titulada “Análisis de factibilidad de un sistema fotovoltaico aislado en zonas remotas para viviendas en el Golfo de Guayaquil”, para optar el título de Ingeniero Eléctrico de la carrera de Ingeniería Eléctrica, de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil. El objetivo de la tesis es realizar el estudio de factibilidad por medio de software especializados para la toma de decisión en la implementación de sistemas fotovoltaicos en zonas remotas. Para ello se calculó la demanda máxima total de las viviendas, luego se ha realizado el diseño y dimensionamiento con el software PVSYST, para luego realizar el estudio de factibilidad. Esta tesis concluye que mediante la utilización del software PVSYST, se obtiene los cálculos y datos necesarios, para el diseño y dimensionamiento del sistema fotovoltaico. También concluye que la utilización de sistemas fotovoltaicos, para suministrar energía eléctrica, es técnica y económicamente viable.

B) Hernandez, Ramos, Camejo y Hechavarria (2023) realizaron el estudio titulado “Sistema Fotovoltaico Centralizado en Comunidad Rural el Triunfo: Características y resultados preliminares de comportamiento Energético”, para el Centro de Investigación de Energía Solar, Santiago de Cuba, Cuba. Esta investigación tuvo como objetivo diseñar las características de la instalación fotovoltaica para la electrificación de la comunidad rural El Triunfo, localizada en las serranías del oriente de Cuba. Esta investigación concluye que el servicio eléctrico no ha podido mantenerse durante las 24 horas del día, al parecer la nubosidad en la zona impide la captación de la energía solar necesaria. Esto significa que los crecimientos previstos de la demanda pudieran estar comprometidos y que futuras

instalaciones en zonas montañosas, con las características estudiadas en este trabajo, deben considerar estudios más rigurosos del potencial energético a la hora de determinar el tamaño del generador fotovoltaico.

C) Alvarado (2022) realizó un trabajo de investigación titulada “Diseño y Calculo de una Instalación Fotovoltaica Aislada”, para la escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid. Este trabajo tuvo como objetivo calcular una instalación fotovoltaica aislada para abastecer de energía eléctrica a pequeños poblados indígenas de la selva amazónica, para ello se realizó un análisis de consumo de energía diario que se va a llevar a cabo en los poblados a raíz de la instalación de la planta fotovoltaica y todos los sistemas que se pretenden alimentar, también se realizó un análisis de costos para determinar la viabilidad de la propuesta. En este trabajo de investigación se llegó a la conclusión de que la cercanía al ecuador no significa que la localización fue óptima para la generación fotovoltaica, se ha comprobado con los datos de irradiación y los resultados obtenidos que hay otros factores también fundamentales que influyen en la idoneidad para esta práctica. En particular, para la zona estudiada, la gran cantidad de nubes durante todo el año estropea el resto de condiciones, que si son óptimas.

2.1.2. En el Ámbito Nacional

A) Espinoza y Zanoni (2021) realizaron una tesis titulada “Diseño De Sistema Fotovoltaico Off-Grid, Red Secundaria Y Conexiones Domiciliarias Para Suministro Eléctrico Al Caserío Tallapampa, Distrito Salas, Provincia Lambayeque”, para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, de la facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, de la Universidad Señor de Sipán. Esta tesis tuvo como objetivo “efectuar el diseño de un Sistema para generación eléctrica fotovoltaica autónomo no conectado a red externa, redes de distribución secundaria y conexiones a viviendas (incluido a cargas especiales), para suministrar energía eléctrica al caserío Tallapampa, del distrito Salas,

provincia y departamento Lambayeque”. Para ello se ha realizado el cálculo de la máxima demanda del caserío Tallapampa, luego se ha diseñado el sistema de generación fotovoltaica autónomo y por último se ha efectuado la evaluación económica del sistema de generación fotovoltaica. Esta tesis concluye que la demanda máxima proyectada al año 20 será de 21.09 kW, para lo cual se calculó un total de 168 paneles fotovoltaicos de 320 Wp-24V, 6 inversores de 4.5 kW-220Vca, 72 baterías de 929Ah-6V de capacidad y 14 reguladores de carga de 5.8kW-48Vcc. Además, los resultados de la evaluación económica concluyen que, si se logra la participación de un inversionista social que aporte el 100% de los montos de inversión inicial y de reinversión por reposición de equipos en el año 10, tal como se indica en el estudio, debiendo además reajustar los gastos en recursos humanos (Técnico electricista solventado por terceros), se obtendría la viabilidad del proyecto con indicadores TIR de 17,1%; VAN de S/. 8 933,32 y B/C 1,03.

B) Acosta (2021), realizó una tesis titulada “Diseño de un Sistema Fotovoltaico Centralizado para el Mejoramiento del Suministro de Energía Eléctrica en la Localidad de "Masisea", Provincia Coronel Portillo, Región Ucayali”, para obtener el título profesional de Ingeniero en Energía, de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la Universidad Nacional del Callao. Esta tesis tuvo como objetivo “diseñar un sistema fotovoltaico centralizado para mejorar el suministro de energía eléctrica en la localidad de Masisea”, para ello se ha determinado la demanda máxima de la localidad y la rentabilidad social del sistema para mejorar la viabilidad del suministro de energía eléctrica. Esta tesis concluye que el sistema fotovoltaico centralizado ha repercutido en la mejora del suministro de energía eléctrica reflejado en disponibilidad de energía eléctrica, continuidad del suministro, reducción en el precio de venta de energía y en la viabilidad del suministro de energía eléctrica. De igual manera concluye el proyecto es rentable con un VAN S/. 2 667,167 y un

TIR de 10.29 los cuales mejoraron la viabilidad del suministro de energía eléctrica ya que la rentabilidad social posibilita el financiamiento de las instalaciones por parte del estado.

C) Castañeda (2019), realizó una tesis titulada “Sistema de generación fotovoltaico centralizado para suministrar energía eléctrica a la localidad de Llacamate, distrito y provincia de Santiago de Chuco, departamento de La Libertad 2019”, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Pedro. Esta tesis tuvo como objetivo diseñar un sistema de generación fotovoltaica centralizado para suministrar energía eléctrica a la localidad de Llacamate, para ello se ha calculado la demanda máxima de localidad y luego se ha diseñado dicho sistema fotovoltaico. En esta tesis se llega a la conclusión de que la energía diaria para 48 casas, 01 local comunal, 01 colegio, 02 iglesia, 01 comedor popular, da un total de 90 kWh/día y una potencia de 14.98 kW, para ello se ha dispuesto una central de generación fotovoltaica que comprende 70 paneles solares de 300 W de potencia cada uno, 05 inversores bidireccionales de 4.6 kW y 05 bancos de 20 baterías cada una.

D) Miranda (2019), realizó una tesis titulada “Implementación de Sistemas Fotovoltaicos para Suministrar Energía Eléctrica a la Localidad de Otorongo del Distrito de Santo Domingo de Acobamba de la Provincia de Huancayo - Perú”, para obtener el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, de la facultad de Ingeniería y Gestión de la Universidad Nacional de Tecnológica de Lima Sur. Esta tesis tuvo como objetivo “Implementar sistemas fotovoltaicos para suministrar energía eléctrica a la localidad de Otorongo del distrito de Santo Domingo de Acobamba de la provincia de Huancayo – Perú”, para ello se ha determinado el kit del sistema fotovoltaico para suministrar energía eléctrica a la localidad, el cual deberá ser eficiente. Esta tesis concluye que, para suministrar energía eléctrica a la localidad de Otorongo, es necesario instalar 32 sistemas fotovoltaicos domiciliarios los cuales están compuestos por 01 panel solar de 80 Wp, 01 controlador de

carga de 10 A, 01 batería solar de 12 VDC de 150 Ah, 03 lámparas fluorescentes en DC de 12 V y 11 W, 01 controlador de carga de 10 A y 01 batería solar de 12 VDC de 150 Ah.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. *Energía eléctrica y desarrollo social*

El acceso a la energía eléctrica es un factor clave para el desarrollo humano, social y económico. En comunidades rurales y aisladas, la carencia de este servicio limita el acceso a servicios básicos como salud, educación, agua potable y comunicaciones. La electrificación rural mejora la calidad de vida, incrementa las oportunidades productivas y reduce las desigualdades sociales (World Bank, 2019).

2.2.2. *Situación energética en zonas rurales del Perú*

En el Perú, especialmente en regiones amazónicas como Madre de Dios, muchas comunidades nativas no tienen acceso a redes eléctricas convencionales debido a su ubicación geográfica y aislamiento. Las alternativas energéticas deben adaptarse a las condiciones locales, priorizando soluciones sostenibles, autónomas y de bajo impacto ambiental.

2.2.2.1. Electrificación rural en el Perú

Según el Plan Nacional de Electrificación Rural 2024-2033 (2023) la electrificación rural en el Perú se enfrenta a desafíos geográficos y socioeconómicos significativos: la dispersión poblacional, la limitada accesibilidad a las poblaciones y el bajo poder adquisitivo de los pobladores en espacios rurales dificultan la ejecución de planes de electrificación.

De igual manera indica que la insuficiencia de infraestructura vial y de prestaciones elementales en los espacios rurales empeora las circunstancias de vida de las poblaciones y restringe su progreso. La inexistencia de mallas de comunicación y prestaciones básicas como sanidad y educación intensifica el aislamiento de estas colectividades.

También menciona que la baja densidad poblacional y el reducido uso energético en los espacios rurales generan una baja rentabilidad financiera para los planes de electrificación, lo que desincentiva la inversión privada, por lo que la participación del Estado resulta primordial para avalar la electrificación de estos espacios.

Por último, indica que las iniciativas de electrificación rural, si bien a partir de la perspectiva financiera resultan poco rentables, producen un elevado impacto social al optimizar el nivel de vida de las poblaciones rurales. De esta forma, la ejecución de electricidad facilita el acceso a prestaciones básicas, impulsa la evolución de operaciones productivas y contribuye al avance de las colectividades; por lo cual representa una condición necesaria, aunque no basta, tanto para el incremento como para la evolución de los espacios en cuestión, sus pobladores y operaciones.

Figura 2.1

La ejecución de sistemas de electrificación en el ámbito rural peruano



Fuente: Tomado de Plan Nacional de Electrificación Rural 2024-2033

2.2.2.2. Marco Legal de la Electrificación Rural en el Perú

El Perú cuenta con un sólido contexto legal que regula la electrificación rural, demostrando el compromiso del Estado por avalar el acceso universal a la electricidad y promover la evolución sostenible en los espacios más vulnerables de la nación; este contexto

legal ha sido actualizado para adaptarse a las necesidades cambiantes y certificar que la electrificación rural se realice de manera eficiente y equitativa (Plan Nacional de Electrificación Rural, 2023).

La Ley General de Electrificación Rural (2018), establece las bases legales para promover y desarrollar la electrificación de espacios rurales, aislados y limítrofes, y busca avalar el acceso a la electricidad de manera sostenible y eficiente, contribuyendo así al progreso socioeconómico de estas regiones. Con el objetivo de ampliar la cobertura eléctrica en la nación y aumentar el nivel del servicio, se realizaron modificaciones a la Ley General de Electrificación Rural mediante el Decreto Legislativo N° 1207, las cuales buscan avalar que la electrificación rural se realice de manera sostenible y que las prestaciones eléctricas cumplan con los estándares de calidad y seguridad.

Además, el nuevo Reglamento de la Ley General de Electrificación Rural (2020) aprobado mediante Decreto Supremo N° 018-2020-EM, establece un contexto normativo más detallado para la planificación y ejecución de planes de electrificación rural, e introduce la preparación de un Plan Nacional de Electrificación Rural (PNER) a largo y mediano plazo, lo que permite una planificación más estratégica y eficiente.

Según el Plan Nacional de Electrificación Rural (2023), la Dirección General de Electrificación Rural (DGER), es el organismo encargado de coordinar y supervisar las operaciones relacionadas con la electrificación rural, el cual deberá trabajar en estrecha colaboración con gobiernos regionales, locales, empresas eléctricas y otras organizaciones para avalar la ejecución exitosa de los planes de electrificación rural.

2.2.2.3. Evolución y Comportamiento de la Electrificación Rural en el Perú

Según indica el Plan Nacional de Electrificación Rural (2023), los censos nacionales de 1993 y 2007 mostraron un avance notorio en la cobertura eléctrica a nivel nacional, particularmente en espacios urbanos, cuyos resultados se incrementaron: Nacional 54,9% a

74,1%, Urbano 77% a 89,1%, y Rural 7,7% a 29,5%. No obstante, los espacios rurales presentaban un nivel de electrificación considerablemente inferior.

Luego menciona que el censo del 2017 reveló una aumenta sustancial en la cobertura eléctrica a nivel nacional, Nacional 87,9%, Urbano 93,6% y Rural 65,3%, con un aumento notable en los espacios rurales. Estos resultados reflejan los esfuerzos del Estado por ampliar el acceso a la electricidad en todo el territorio peruano.

Por otro lado, indica que, a finales de 2022, la extensión del servicio eléctrico en espacios rurales llegó a una estimación aproximada del 84.5%, debido a la ejecución de varios planes de electrificación rural. Dichas iniciativas han sido promovidas por el Estado mediante Ministerio de Energía y Minas.

También menciona que en espacios donde la conexión a las mallas principales resulta inviable o financieramente poco atractiva, se ha optado por la ejecución de Sistemas Fotovoltaicos (SF), aprovechando el potencial solar de las regiones de sierra y selva. Esta tecnología ha demostrado ser una alternativa eficiente para satisfacer las necesidades energéticas de las colectividades rurales, aprovechando las circunstancias climáticas de los espacios referidos.

Finalmente termina concluyendo que, con la tendencia mundial hacia las energías renovables, el Perú ha priorizado la evolución de planes de energía solar fotovoltaica para electrificar espacios aislados y rurales, debido a que esta tecnología ha demostrado ser una solución sostenible y financiera para satisfacer las necesidades energéticas básicas de las colectividades.

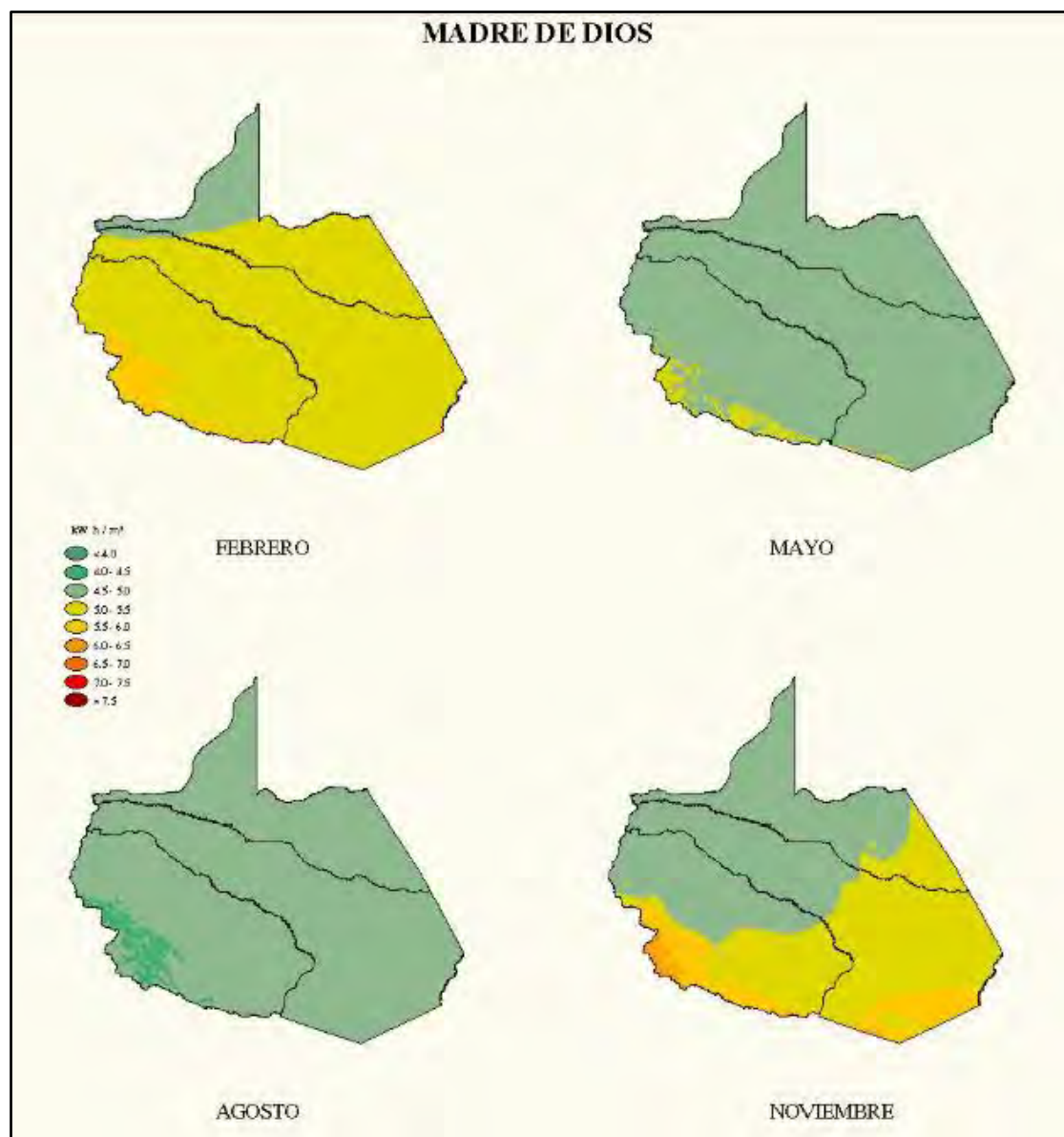
2.2.3. Irradiación solar

La irradiación solar se refiere a la cantidad de energía solar que incide sobre una superficie determinada durante un período de tiempo, normalmente expresada en kilovatios hora por metro cuadrado por día (kWh/m²/día). Este parámetro es fundamental para el diseño

de sistemas fotovoltaicos, ya que determina cuánta energía puede generar un panel solar en una ubicación específica. Las zonas cercanas al ecuador, como la región amazónica del Perú, presentan niveles de irradiación solar favorables durante la mayor parte del año, lo cual convierte a la energía solar en una fuente viable y eficiente para el suministro eléctrico en comunidades rurales aisladas. En promedio, la región de Madre de Dios cuenta con una irradiación solar que oscila entre los 4.5 y 5.5 kWh/m²/día, lo que permite un buen aprovechamiento de la tecnología fotovoltaica (Ministerio de Energía y Minas, 2019).

Figura 2.2

Irradiación solar en el departamento de Madre de Dios



Fuente: Tomado de Atlas Solar del Perú

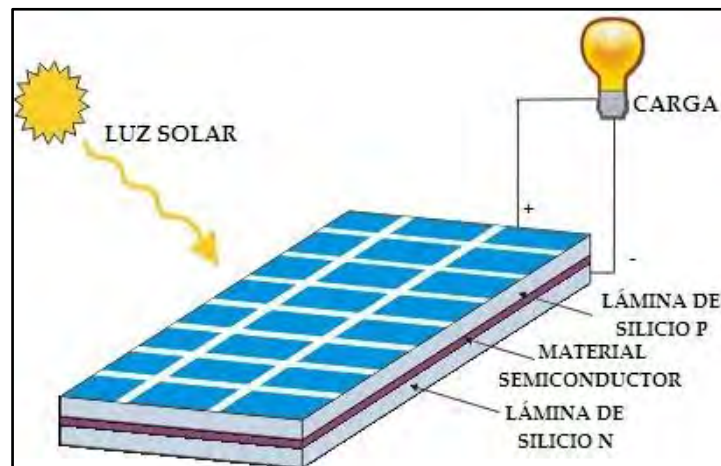
2.2.4. Sistemas Fotovoltaicos

2.2.4.1. Principio de funcionamiento

Un sistema fotovoltaico convierte la energía solar en energía eléctrica mediante el uso de celdas solares. Estos sistemas pueden ser autónomos o conectados a red. En contextos rurales, como el presente estudio, se emplean comúnmente sistemas autónomos (IEA, 2021).

Figura 2.3

Principio de funcionamiento



Fuente: Tomado de Martínez Rubio, 2016

2.2.4.2. Tipos de sistemas fotovoltaicos

- **Individuales o domiciliarios:** Cada vivienda tiene su propio sistema.

Figura 2.4

Sistema fotovoltaico individual



Fuente: Tomado de Canal Solar, 2025

- **Centralizados:** Una instalación común abastece a toda la comunidad.

Figura 2.5

Sistema fotovoltaico centralizado



Fuente: Tomado de Redar.com

2.2.4.3. Ventajas en zonas aisladas de los sistemas fotovoltaicos

Según GIZ (2020) los sistemas fotovoltaicos representan una alternativa energética limpia y sostenible, ya que no dependen del uso de combustibles fósiles, lo que contribuye directamente a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y a la mitigación del cambio climático. Además, su diseño modular permite adaptarlos fácilmente a distintas escalas y necesidades energéticas, desde una sola vivienda hasta comunidades completas. Este carácter escalable facilita su implementación progresiva según la disponibilidad de recursos y demanda energética. Otra ventaja importante es que presentan bajos costos operativos, dado que una vez instalados, su funcionamiento no requiere gastos continuos significativos en combustibles o personal especializado. El mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos es relativamente simple y puede ser realizado con capacitación básica, lo cual resulta especialmente adecuado para comunidades rurales que carecen de acceso a servicios técnicos avanzados. Estas características hacen que los sistemas fotovoltaicos sean una

opción tecnológicamente apropiada y económicamente viable para zonas remotas o de difícil acceso, como muchas comunidades rurales de América Latina.

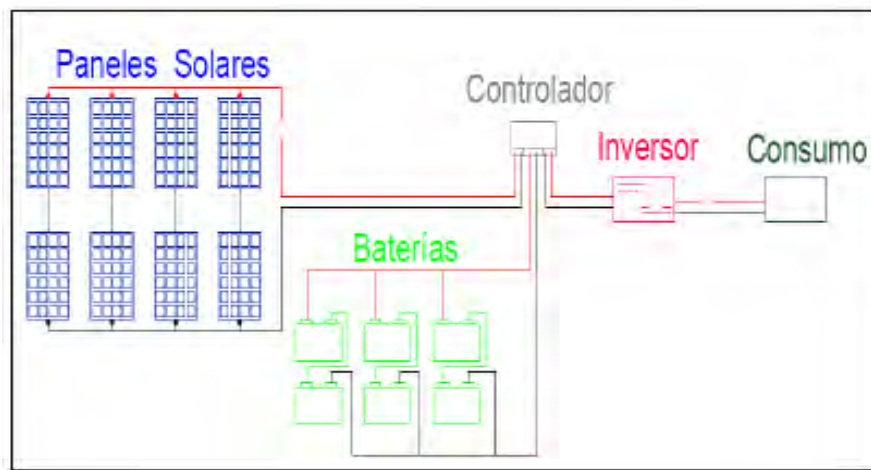
2.2.5. Sistemas Fotovoltaicos Centralizados

2.2.5.1. Definición

Según Espinoza et al. (2018), un sistema fotovoltaico centralizado consiste en una instalación donde la generación de energía se realiza en un único punto, generalmente ubicado estratégicamente dentro de la comunidad. Este sistema está conformado por un conjunto de paneles solares que captan la radiación solar y la transforman en energía eléctrica, la cual es almacenada en bancos de baterías para su uso continuo, incluso durante la noche o en días nublados. Además, incluye inversores que convierten la corriente continua en corriente alterna utilizable, y controladores que regulan el flujo energético para proteger los equipos. La electricidad generada se distribuye desde este nodo central a las viviendas, escuelas, postas médicas y otras edificaciones comunitarias mediante una red interna que puede cubrir distancias cortas o medias. Esta configuración permite optimizar el uso de los recursos, reducir los costos de mantenimiento individual y facilitar una gestión comunitaria del sistema eléctrico.

Figura 2.6

Representación gráfica de un sistema fotovoltaico centralizado



Fuente: Tomado de Cardozo Piña, 2014

2.2.5.2. Ventajas frente a sistemas individuales

Según IRENA (2018) a diferencia de los sistemas fotovoltaicos individuales, que requieren una instalación completa por cada vivienda o usuario, los sistemas centralizados presentan una serie de ventajas técnicas, operativas y económicas que los hacen más adecuados para zonas rurales organizadas colectivamente. Uno de los principales beneficios es el control más eficiente del consumo, ya que desde un único punto se puede monitorear y gestionar la energía distribuida, optimizando su uso según la demanda real de la comunidad. Además, al compartir una infraestructura común, se logra una distribución equitativa de la energía, evitando disparidades entre usuarios. Este enfoque también facilita las labores de mantenimiento, ya que los equipos principales se encuentran concentrados, lo que reduce los costos y el tiempo requerido para inspección o reparación. Asimismo, el diseño centralizado permite economías de escala en la adquisición de componentes y una mejor planificación del sistema eléctrico comunitario.

2.2.6. Componentes principales del Sistema Fotovoltaico Centralizado

2.2.6.1. Paneles solares

Según Espinoza et al. (2018), un panel solar es un dispositivo diseñado para captar la energía del sol y transformarla en electricidad (fotovoltaico) o calor (térmico). En el contexto de generación eléctrica, los paneles fotovoltaicos están compuestos por celdas solares hechas de materiales semiconductores, como el silicio, que convierten la energía solar en electricidad mediante el efecto fotovoltaico.

a) Tipos de paneles solares fotovoltaicos

Green (2021) indica que la manufactura de celdas solares se fundamenta en un extenso espectro de materiales semiconductores, entre los que sobresalen el silicio, el germanio y el selenio. No obstante, el silicio es el material de mayor empleo en el presente. Según el procedimiento de cristalización del silicio puro, se obtienen distintos tipos de celdas

solares: monocristalinas, policristalinas y amorfas, donde cada clase de celda solar muestra atributos singulares en términos de eficacia, coste y aplicación.

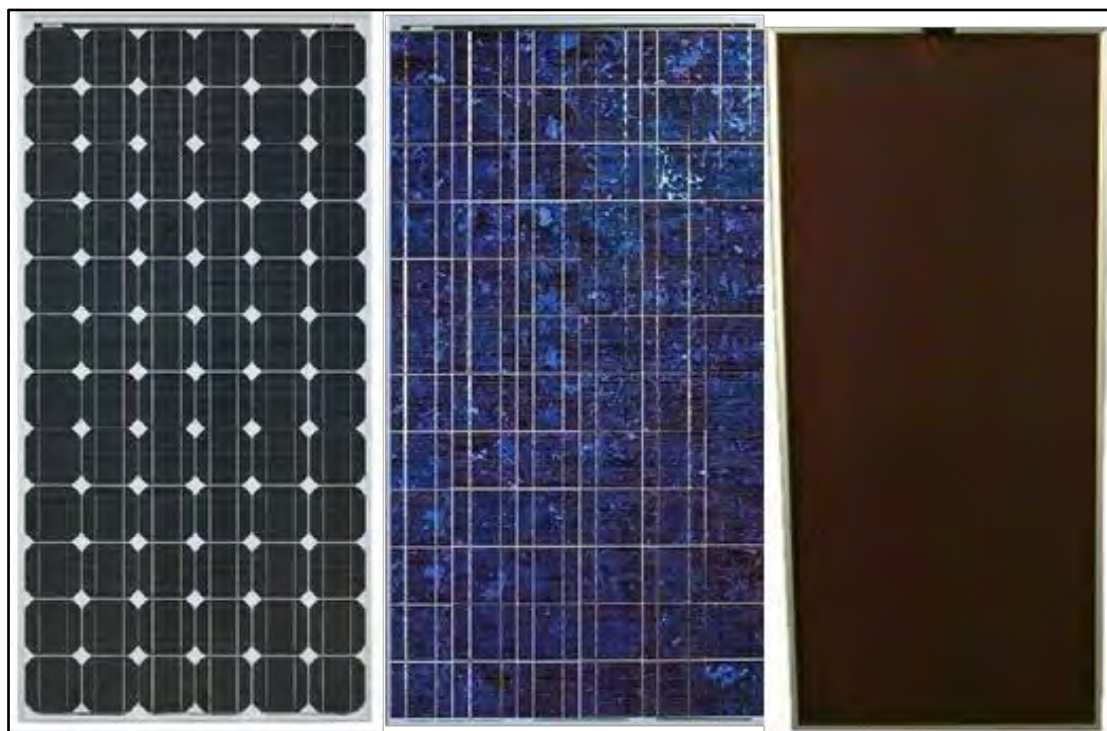
Monocristalinos (Mono-Si): Están hechos de un solo cristal de silicio de alta pureza. Ofrecen alta eficiencia (18–22%) y larga vida útil, ideales para espacios reducidos donde se requiere máximo rendimiento.

Policristalinos (Poly-Si): Compuestos por múltiples cristales de silicio fundidos. Son más económicos, con eficiencias del 15–17%, aunque menos eficientes que los monocristalinos.

Paneles de capa delgada o Amorfo (Thin-Film): Fabricados con materiales como telururo de cadmio (CdTe) o silicio amorfo. Son flexibles y más ligeros, aunque con menor eficiencia (10–13%) y requieren más espacio.

Figura 2.7

Paneles Solares monocristalino, policristalino y amorfo



Fuente: Tomado de Google 2024

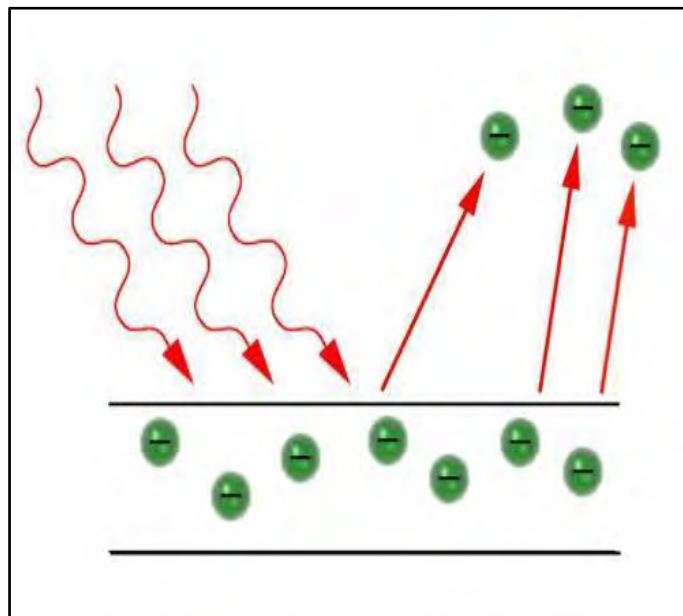
b) Funcionamiento del panel solar fotovoltaico

El funcionamiento de un panel solar se basa en el efecto fotovoltaico, donde los fotones (partículas de luz solar) impactan en las celdas de silicio, generando un flujo de electrones. Este flujo produce una corriente eléctrica continua (DC), que luego puede ser convertida en corriente alterna (AC) mediante un inversor, para alimentar dispositivos eléctricos. El sistema puede incorporar baterías para almacenamiento y controladores de carga para proteger la vida útil del sistema (Kalogirou, 2013).

Según IRENA (2018), el efecto fotovoltaico se inicia cuando un fotón, al impactar sobre un átomo de silicio, transmite su energía a un electrón de valencia. Si esta energía (energía de valencia) es basta para exceder la potencia de cohesión del núcleo, el electrón se emancipa de su órbita, convirtiendo al silicio en un conductor eléctrico. Este electrón libre contribuye a la creación de una corriente eléctrica, siempre y cuando la energía del fotón sea igual o superior a 1,2 eV, tal como se representa gráficamente en la siguiente figura.

Figura 2.8

Representación esquemática del fenómeno fotovoltaico



Fuente: Tomado de Solar-energía (2018)

Cuando un electrón se libera, deja tras de sí un espacio vacío conocido como agujero, el cual puede ser ocupado por otro electrón que haya saltado a partir de un átomo cercano. Este desplazamiento de electrones y los huecos que generan forman las cargas eléctricas. El flujo continuo de estas cargas es lo que da lugar a la corriente eléctrica.

c) Cálculo de cantidad de paneles fotovoltaicos para un Sistema Fotovoltaico centralizado

Para generar la energía demandada, se requiere como mínimo cierta cantidad de paneles fotovoltaicos, las cuales serán calculadas mediante la siguiente ecuación:

$$N^{\circ}_{paneles} = \frac{W_{p-sistema}}{W_{p-panel}} \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

$N^{\circ}_{paneles}$: Número de paneles FV que se debe instalar

$W_{p-sistema}$: Potencia pico del sistema

$W_{p-panel}$: Potencia pico el panel FV

Los paneles solares deberán ser interconectados en forma serial a fin de obtener el voltaje de operación del banco de baterías. La cantidad de paneles a conectar en serie será calculada mediante la siguiente ecuación.

$$N_{smf} = \frac{V_T}{V_{mf}} \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

N_{smf} : Numero de paneles FV a ser conectados en serie

V_T : Tensión de operación del sistema

V_{mf} : Tensión nominal de cada panel FV

De igual manera los paneles FV también se deberán conectar en paralelo, para ello se

utilizará la siguiente ecuación.

$$N_{pmf} = \frac{N_{mf}}{N_{smf}} \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

N_{pmf} : Numero de paneles FV a ser conectados en paralelo

N_{mf} : Número total de paneles FV

N_{smf} : Numero de paneles FV a ser conectados en serie

Otro aspecto importante es la inclinación de los paneles, los cuales serán calculadas con la siguiente ecuación:

$$\beta_{optimo} = 3,7 + 0.69 |\varphi| \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

β_{optimo} : Angulo optimo

$|\varphi|$: Latitud

2.2.6.2. Baterías para sistemas fotovoltaicos

Las baterías son dispositivos electroquímicos que almacenan energía eléctrica en forma de energía química y la liberan cuando es necesaria. En sistemas fotovoltaicos, las baterías permiten acumular el exceso de energía generada durante el día para su uso en momentos sin radiación solar, como la noche o en días nublados (Espinoza et al., 2018)

Las baterías constituyen un componente esencial en sistemas solares autónomos al garantizar el suministro continuo de energía eléctrica incluso cuando no hay irradiación solar disponible.

a) Funcionamiento de una batería

El funcionamiento de una batería se basa en una reacción redox: durante la descarga, los electrones fluyen desde el ánodo al cátodo a través de un circuito externo, generando corriente eléctrica. Durante la carga, este proceso se invierte, acumulando energía química nuevamente (Espinoza et al., 2018)

b) Tipos de baterías utilizadas en sistemas fotovoltaicos

Baterías de plomo-ácido (Lead-Acid)

- Subtipos: Abiertas (flooded) y selladas (AGM o Gel).
- Ventajas: Bajo costo, tecnología madura.
- Desventajas: Vida útil limitada (~3–5 años), requieren mantenimiento (en el caso de las abiertas).
- Uso común: Sistemas fotovoltaicos rurales de baja a media demanda.

Baterías de litio (Li-ion)

- Ventajas: Alta densidad energética, larga vida útil (>10 años), sin mantenimiento.
- Desventajas: Mayor costo inicial.
- Uso común: Aplicaciones de mayor escala o donde se busca alta eficiencia y durabilidad.

Baterías de flujo (Flow batteries)

- Ventajas: Alta escalabilidad, ciclos profundos de carga-descarga.
- Desventajas: Costosas, tecnología aún en desarrollo.
- Uso potencial: Proyectos comunitarios de gran escala o sistemas híbridos.

La elección del tipo de batería debe considerar factores como el perfil de carga, el costo total del ciclo de vida, la temperatura ambiente, y la profundidad de descarga.

Tabla 2.1*Diferencias entre baterías para sistemas fotovoltaicos*

Tipo de bateria	Vida útil (años)	Mantenimiento	Costo Inicial	Eficiencia (%)
Plomo-ácido	3–5	Medio–Alto	Bajo	80–85%
Litio-ion	10–15	Bajo	Alto	90–95%
Flujo (Redox)	10–20	Bajo	Muy alto	70–80%

Fuente: Tomado de IRENA (2020). Electricity Storage and Renewables: Costs and Markets to 2030.

c) Dimensionamiento de banco de baterías

Para determinar la capacidad del banco de baterías se utilizará la siguiente ecuación.

$$C_{sist} = \frac{E \times N}{V_{cc} \times P_d} \dots\dots\dots (5)$$

Donde:

C_{sist} : Capacidad del banco de baterías (Ah)

E : Demanda real de energía (al año 20, incluido perdidas)

N : Días de Autonomía

P_d : Profundidad de descarga

V_{cc} : Voltaje del sistema

Para determinar la cantidad de baterías conectadas eléctricamente en serie se utilizará la siguiente ecuación.

$$N_{sbat} = \frac{V_T}{V_{bat}} \dots\dots\dots (6)$$

Donde:

N_{sbat} : Cantidad de baterías conexión serial

V_T : Voltaje de operación

V_{bat} : Voltaje de batería

Para determinar la cantidad de baterías conectadas eléctricamente en paralelo se utilizará la siguiente ecuación.

$$N_{pbat} = \frac{C_T}{C_{bat}} \dots\dots\dots (7)$$

Donde:

N_{pbat} : Cantidad de ramales en paralelo

C_T : Capacidad conjunto de baterías

C_{bat} : Capacidad cada batería

Para calcular en número total de baterías se utilizará la siguiente ecuación.

$$Nt = Ns \times Np \dots\dots\dots (8)$$

Donde:

Nt : Número total de baterías

Ns : Número de baterías en serie

Np : Número de ramales de baterías en paralelo

2.2.6.3. Inversores

Según Espinoza et al., 2018 un inversor es un dispositivo electrónico que convierte la corriente continua (CC) generada por fuentes como los paneles solares o baterías, en corriente alterna (CA), que es la forma de electricidad utilizada por la mayoría de los electrodomésticos, sistemas de iluminación y equipos eléctricos convencionales.

El inversor solar constituye un componente esencial que posibilita la compatibilidad de la energía fotovoltaica con las redes eléctricas y los dispositivos de consumo doméstico.

a) Funcionamiento de un inversor

El inversor toma la corriente continua (DC) proveniente de los módulos fotovoltaicos o de las baterías y la convierte en corriente alterna (AC), replicando la forma de onda, frecuencia (50/60 Hz) y voltaje que requieren los aparatos eléctricos. Muchos inversores modernos incluyen funciones adicionales como:

- Regulación de voltaje y frecuencia.
- Protección contra sobrecargas.
- Monitoreo del sistema solar.
- Interconexión con la red eléctrica (si aplica).

b) Tipos de inversores

Inversor de onda cuadrada

- Simple y económico, pero ineficiente.
- Solo apto para cargas resistivas básicas.
- Uso: casi obsoleto en sistemas solares.

Inversor de onda modificada

- Produce una forma de onda escalonada.
- Compatible con muchas cargas, pero puede dañar equipos sensibles.
- Uso: proyectos de bajo presupuesto.

Inversor de onda senoidal pura

- Imita con precisión la corriente alterna de la red eléctrica.
- Recomendado para sistemas fotovoltaicos, ya que protege electrodomésticos delicados.
- Más costoso, pero más eficiente y duradero.

Inversores centrales

- Diseñados para sistemas fotovoltaicos centralizados.
- Manejan gran potencia desde un solo punto.
- Uso típico: comunidades rurales, plantas solares medianas o grandes.

Microinversores

- Se instala uno por cada panel solar.
- Permiten monitoreo individual de cada módulo.
- Uso común en sistemas distribuidos o domésticos.

La elección del tipo de inversor dependerá del tamaño del sistema, las características de la carga, la calidad de energía deseada y los costos de inversión (IRENA, 2020).

c) Funciones adicionales en inversores modernos

- MPPT (Maximum Power Point Tracking): optimiza la producción energética.
- Interfaz de monitoreo: permite visualizar generación y consumo en tiempo real.
- Desconexión automática en caso de falla: protección contra incendios o daños.
- Compatibilidad con baterías (híbridos o bidireccionales).

El inversor es clave para garantizar un funcionamiento eficiente y seguro del sistema solar, especialmente en configuraciones autónomas o híbridas donde la estabilidad energética es crítica (IRENA, 2020).

Tabla 2.2*Comparación entre tipos de inversor*

Tipo de inversor	Eficiencia	Costo	Uso común
Onda cuadrada	Baja	Bajo	No recomendado
Onda modificada	Media	Medio	Sistemas básicos y temporales
Onda senoidal pura	Alta	Alto	Sistemas solares residenciales y comunitarios
Inversores centrales	Muy alta	Medio	Proyectos fotovoltaicos centralizados
Microinversores	Alta	Alto	Sistemas modulares residenciales

Fuente: Tomado de IRENA (2020). Innovation Outlook: Smart Charging for Electric Vehicles

d) Dimensionamiento de un inversor

Para calcular el número de inversores, se utilizará la siguiente ecuación.

$$N_i = \frac{W_{p-sistema}}{W_{p-inversor}} \dots\dots\dots (9)$$

Donde:

N_i : Numero de inversores

$W_{p-sistema}$: Potencia pico del sistema, según comunidad

$W_{p-inversor}$: Potencia pico del inversor

2.2.6.4. Controladores de carga

Según Masters (2013) el controlador de carga es un dispositivo esencial en los sistemas fotovoltaicos autónomos. Su función principal es regular el flujo de energía eléctrica entre los paneles solares y las baterías, evitando la sobrecarga o descarga profunda, lo que prolonga la vida útil del sistema de almacenamiento (baterías) y garantiza su funcionamiento seguro y eficiente.

Un controlador de carga solar protege las baterías contra sobrecargas y sobredescargas, regulando la tensión y corriente del sistema para mantener su operación dentro de los parámetros óptimos.

a) Funcionamiento del Controlador de Carga

Durante el día: limita la corriente proveniente de los paneles para que no exceda la capacidad de carga de las baterías.

Cuando las baterías están llenas: reduce o interrumpe el flujo de energía para evitar sobrecarga.

Durante la descarga: algunos controladores cortan la salida si el voltaje baja a niveles críticos para prevenir daños a las baterías.

Funciones adicionales: Control del punto de máxima potencia (en modelos MPPT), Protección contra cortocircuitos o inversión de polaridad y Medición del estado de carga y descarga (SoC).

b) Tipos de Controladores de Carga

PWM (Pulse Width Modulation)

- Tecnología más simple y económica.
- Conecta directamente los paneles a las baterías una vez alcanzado el voltaje requerido.
- Pierde parte de la energía si la tensión del panel es superior a la de la batería.
- Uso recomendado en sistemas pequeños o donde el presupuesto es limitado.
- Los controladores PWM son confiables y asequibles, pero menos eficientes cuando la diferencia entre la tensión del panel y de la batería es significativa (IRENA, 2015).

MPPT (Maximum Power Point Tracking)

- Tecnología avanzada y más eficiente.

- Ajusta continuamente la resistencia eléctrica para operar en el punto de máxima potencia del panel solar.
- Puede mejorar entre 10% a 30% el aprovechamiento energético respecto a los PWM.
- Recomendado para sistemas medianos o grandes, especialmente donde la irradiación varía mucho o hay largas distancias entre el panel y la batería.
- Los controladores MPPT permiten maximizar el rendimiento de los módulos fotovoltaicos, ajustando dinámicamente su funcionamiento al punto óptimo de generación.

Tabla 2.3

Comparación entre PWM vs MPPT

Característica	PWM	MPPT
Costo	Bajo	Medio a alto
Eficiencia	Moderada	Alta (hasta 30% más)
Compatibilidad	Tensión igual panel/batería	Tensión panel > batería
Tamaño del sistema	Pequeños	Medianos y grandes

Fuente: Tomado de EEE Power & Energy Magazine (2019). Advances in Solar Power Electronics.

c) Aplicación en sistemas centralizados

En sistemas fotovoltaicos centralizados, donde se atiende a múltiples viviendas desde un solo punto de generación, los controladores MPPT son preferidos por su mayor eficiencia energética, especialmente cuando se trabaja con bancos de baterías grandes y se requiere optimizar cada kilovatio generado (GIZ, 2020).

El tipo de controlador seleccionado influye directamente en la eficiencia general y la longevidad del sistema solar, especialmente en zonas aisladas donde el mantenimiento técnico es limitado (GIZ, 2020).

d) Dimensionamiento del Controlador de Carga

El número de paneles FV que puede soportar un controlador de carga, se calculará utilizando la siguiente ecuación.

$$N_{pc} = \frac{C_c}{C_p} \dots\dots\dots (10)$$

Donde:

N_{pc} : Numero de paneles FV por controlador

C_c : Capacidad del controlador

C_p : Capacidad del panel FV

Cuando se selecciona un controlador de carga se debe calcular la cantidad de paneles que puede soportar una entrada MPPT, para ello se utilizará la siguiente ecuación.

$$N_{pMPPT} = \frac{C_{cMPPT}}{C_p} \dots\dots\dots (11)$$

Donde:

N_{pMPPT} : Numero de paneles FV por MPPT

C_{cMPPT} : Capacidad de entrada de MOOT

C_p : Capacidad del panel FV

El número de controladores de carga utilizar se calculará utilizando la siguiente ecuación.

$$N_{contr} = \frac{N_{tp}}{N_{pc}} \dots\dots\dots (12)$$

Donde:

N_{contr} : Numero de controladores de carga

N_{tp} : Número total de paneles, según comunidad

N_{pc} : Numero de paneles por controlador

2.2.6.5. Sistema de distribución eléctrica

El sistema de distribución eléctrica es el conjunto de componentes y dispositivos encargados de transportar la energía eléctrica desde el punto de generación (en este caso, un sistema fotovoltaico centralizado) hacia los usuarios finales, como viviendas, escuelas, centros de salud u otros edificios comunitarios. Su función principal es garantizar un suministro seguro, confiable y continuo de electricidad a todos los puntos de consumo dentro de una comunidad.

La distribución eléctrica comprende el sistema de líneas, transformadores, protecciones y accesorios utilizados para entregar energía desde una fuente hasta los puntos de uso final, manteniendo los niveles adecuados de voltaje y seguridad.

a) Componentes principales del sistema de distribución eléctrica en zonas rurales con energía solar

Tableros de distribución: Reparten la energía entre diferentes circuitos y protegen el sistema mediante interruptores automáticos.

Conductores eléctricos (cables): Transportan la energía desde el sistema fotovoltaico hasta cada punto de consumo.

Protecciones eléctricas: Fusibles, disyuntores, y pararrayos que protegen a los usuarios y equipos contra sobrecargas, cortocircuitos o descargas atmosféricas.

Postes y canalizaciones: Soportes físicos de los cables, especialmente cuando la distribución es aérea (muy común en comunidades rurales).

Medidores (si aplica): Para monitorear el consumo eléctrico por usuario.

b) Tipos de distribución

Distribución radial: La más común en sistemas rurales aislados. Parte desde un punto central hacia los distintos usuarios.

Distribución en anillo: Ofrece redundancia, pero es más costosa y compleja; menos frecuente en zonas rurales.

c) Importancia en un sistema fotovoltaico centralizado:

En un proyecto como el de las comunidades nativas del Río Bajo Madre de Dios, el sistema de distribución es clave porque:

- Define el alcance del suministro eléctrico.
- Determina las pérdidas eléctricas: cuanto más largas las líneas, mayores las pérdidas por resistencia.
- Condiciona el costo del proyecto: tanto por los materiales como por la instalación.
- Asegura la confiabilidad y la seguridad del servicio eléctrico en contextos donde la infraestructura técnica es limitada.

La eficiencia del sistema de distribución impacta directamente en la calidad del suministro eléctrico y en los costos de operación y mantenimiento del sistema fotovoltaico rural (GIZ, 2020).

2.2.7. Diseño del sistema fotovoltaico

El diseño de un sistema fotovoltaico centralizado constituye una fase crítica que determina la eficiencia, sostenibilidad y confiabilidad del suministro eléctrico a una comunidad. Este proceso requiere un análisis detallado de varios factores técnicos, ambientales y sociales.

En primer lugar, se debe realizar un estudio de la demanda energética actual y futura de los usuarios. Esto implica cuantificar el consumo de energía de viviendas, escuelas, postas de salud y otros servicios comunales, considerando equipos utilizados, tiempos de uso y posibles incrementos por crecimiento demográfico o mejoras en calidad de vida.

Luego, se analiza el potencial solar del lugar, evaluando la irradiación solar promedio diaria y anual mediante datos climáticos locales o bases de datos internacionales como PVGIS o NASA-SSE. Esta información permite estimar la cantidad de energía que los paneles pueden generar a lo largo del año, incluso en estaciones de baja radiación.

Las condiciones geográficas y climáticas también son fundamentales: zonas con alta humedad, lluvias intensas o temperaturas extremas requieren componentes más resistentes y medidas especiales de instalación. Asimismo, se debe evaluar el acceso a la comunidad para el transporte e instalación de los equipos.

El dimensionamiento del sistema considera la capacidad necesaria de paneles solares (en kWp), el banco de baterías para almacenamiento energético (en Ah o kWh), el tipo y tamaño de inversores, controladores de carga y la red de distribución interna. Este dimensionamiento debe equilibrar la oferta y demanda eléctrica con criterios de eficiencia, redundancia y sostenibilidad.

Finalmente, el diseño debe incluir una proyección de costos, mantenimiento, vida útil de los componentes y capacidad de gestión local, lo que permite garantizar la viabilidad técnica y operativa del sistema a largo plazo.

Un diseño adecuado del sistema fotovoltaico no solo asegura el acceso a energía, sino que minimiza las fallas, reduce los costos operativos y maximiza el aprovechamiento de los recursos solares disponibles (SMA Solar Technology, 2022).

2.2.8. Viabilidad económica del sistema

Según Espinoza et al. (2018) la viabilidad económica es un concepto fundamental en la evaluación de proyectos, ya que permite determinar si una iniciativa es financieramente sostenible a lo largo del tiempo. En términos generales, se refiere a la capacidad de un proyecto para generar beneficios que superen sus costos, tanto en la etapa de inversión inicial como en las fases de operación y mantenimiento.

Evaluar la viabilidad económica implica el análisis de diversos indicadores financieros, tales como:

- **Valor Actual Neto (VAN):** Permite estimar el valor presente de los beneficios netos generados por el proyecto.

El Valor Actual Neto (VAN) se calculará utilizando la siguiente ecuación.

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+r)^t} - I_0 \dots\dots\dots (13)$$

Donde:

F_t : Flujo de caja neto en el periodo t (en $t=0$, suele ser negativo por la inversión inicial)

r : Tasa de descuento (o coste de oportunidad del capital)

t : Periodo de tiempo (0, 1, 2, ..., n)

n : Número total de periodos

I_0 : Inversión inicial (si no se incluye ya como F_0)

Interpretación:

Si el **VAN** > 0, la inversión genera valor;

Si el **VAN** < 0, destruye valor; y

Si el **VAN** = 0, es indiferente.

- **Tasa Interna de Retorno (TIR):** Indica la rentabilidad esperada del proyecto.

La TIR (Tasa Interna de Retorno) se calculará utilizando la siguiente ecuación.

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t} \dots\dots\dots (14)$$

Donde:

F_t : Flujo de caja en el periodo t (puede incluir inversión inicial negativa en t=0)

n : Número total de periodos

TIR : Tasa que buscamos

- **Relación Beneficio/Costo (B/C):** Compara los beneficios generados frente a los costos involucrados.

El índice Beneficio/Costo (B/C) se calculará utilizando la siguiente ecuación.

$$B/C = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}} \dots\dots\dots (15)$$

Donde:

B_t : Beneficios (ingresos) en el periodo t

C_t : Costos en el periodo t

r : Tasa de descuento

n : Número total de periodos del proyecto

Interpretación:

$B/C > 1 \rightarrow$ El proyecto es rentable (beneficios superan costos).

$B/C = 1 \rightarrow$ El proyecto es indiferente.

$B/C < 1 \rightarrow$ El proyecto no es rentable.

Una viabilidad económica positiva indica que el proyecto no solo recupera su inversión inicial, sino que también genera ganancias, justificando su ejecución desde el punto de vista financiero. Este análisis también permite identificar riesgos, escenarios alternativos y el periodo de recuperación de la inversión (payback).

En proyectos de energía renovable, como los sistemas fotovoltaicos centralizados, la

viabilidad económica adquiere relevancia adicional al considerar no solo los beneficios monetarios directos, sino también los impactos positivos indirectos, como la mejora en la calidad de vida, reducción de emisiones y el acceso a servicios básicos en comunidades aisladas (Espinoza et al., 2018).

2.2.9. Impacto social y ambiental

El Banco Mundial (2020) indica que la implementación de sistemas de energía solar en comunidades rurales genera un impacto significativo tanto en el ámbito social como ambiental. Desde el punto de vista social, el acceso a electricidad permite mejorar las condiciones de vida de los pobladores al facilitar actividades educativas mediante el uso de luz artificial y equipos electrónicos, mejorar la atención en centros de salud, y fomentar el desarrollo de actividades económicas como talleres productivos y pequeños negocios. Este acceso contribuye a reducir las brechas de desigualdad y promueve la equidad social, particularmente en poblaciones vulnerables o de difícil acceso.

En el aspecto ambiental, la generación de energía mediante sistemas fotovoltaicos reduce significativamente la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), al sustituir fuentes energéticas contaminantes como los generadores a diésel. Además, la energía solar no produce residuos ni contaminantes atmosféricos durante su operación, contribuyendo a mitigar el cambio climático y preservar los ecosistemas locales (International Renewable Energy Agency, 2018).

Por otro lado, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2021) indica que el otro impacto ambiental positivo radica en la disminución de la deforestación, ya que la electrificación mediante energía solar puede reducir la necesidad de utilizar leña u otras fuentes biomásicas para iluminación o calefacción.

La ONU, en sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), destaca que la energía asequible, limpia y accesible es clave para garantizar el bienestar de las poblaciones, especialmente en zonas rurales (ONU, 2015).

En resumen, la adopción de energía solar no solo es una solución técnica viable para comunidades remotas, sino también una estrategia de transformación social y protección ambiental, que apoya directamente los ODS y contribuye a un desarrollo más justo y sostenible.

2.3. Marco Legal y Normativo

NORMATIVA NACIONAL

- Marco legal de concesiones eléctricas y su normativa: El cuerpo normativo integrado por la Ley de Concesiones Eléctricas y su estatuto tiene como propósito instituir los fundamentos legales para el desenvolvimiento organizado y eficaz del sector eléctrico. Este esquema regulatorio comprende todas las fases del procedimiento eléctrico, a partir de la generación hasta la venta de la energía, garantizando así un abastecimiento confiable e inequívoco.
- Ley N° 28749, Ley General de Electrificación Rural: La Ley N° 28749 tiene como objetivo primordial instaurar los fundamentos legales que regulan y fomentan la electrificación de los espacios rurales, apartados y limítrofes de la nación, procurando certificar un desarrollo sostenible y equitativo.
- Decreto Supremo N° 018-2020-EM, Reglamento de la Ley N° 28749, Ley General de Electrificación Rural: El Decreto Supremo N° 018-2020-EM tiene como finalidad primordial instaurar las directrices reglamentarias que complementan la Ley N° 28749, con el objeto de certificar un desarrollo eficiente y sostenible de la electrificación en espacios rurales y de difícil acceso, impulsando así el confort de la

población y la evolución financiero de la nación.

- Plan Nacional de Electrificación Rural 2024-2033.
- Norma técnica Peruana NTP 399.403.2006. Sistemas fotovoltaicos hasta 500 Wp. Especificaciones técnicas y método para la calificación energética de un sistema fotovoltaico.

NORMATIVA INTERNACIONAL

Actualmente en el Perú, no existen leyes, normas técnicas o manuales que establezcan los criterios técnicos para el diseño de sistemas fotovoltaicos centralizados de mediana potencia. Motivo por el cual se ha recurrido a normas internacionales.

- IEC 61215. Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicaciones terrestres - Calificación de diseño y homologación.
- IEC 61730. Cualificación para la funcionalidad de módulos fotovoltaicos.
- IEC 62109. Seguridad de los convertidores de potencia para uso en sistemas de energía fotovoltaica.
- IEC 62548. Paneles fotovoltaicos (PV), Requerimientos.
- NEC 690. Sistemas Solares Fovoltavicos.

2.4. Marco Conceptual

Sistema Fovoltavico Centralizado: “Conjunto de paneles solares y dispositivos de almacenamiento, regulación y transformación de energía situados en un mismo punto para alimentar cargas eléctricas no conectadas a la red”.

Suministro de energía eléctrica: “Es el servicio público suministrado por una empresa de distribución eléctrica a un usuario y determinado de acuerdo a criterios técnicos y comerciales”.

Rentabilidad social: “Refiere a la conveniencia de realizar una inversión desde un enfoque social”.

Viabilidad del suministro de energía eléctrica: “Es la cualidad de un suministro eléctrico, caracterizado por ser sostenible y rentable en un horizonte de estudio”.

Operación y Mantenimiento: “Son las actividades que realizan los poseedores de infraestructura eléctrica con la finalidad de otorgar la continuidad y confiabilidad del servicio eléctrico”.

Tarifa de energía eléctrica: “Es el costo fijado por el OSINERGMIN que es atribuido al usuario o consumidor de energía”.

Sostenibilidad: “Es la cualidad del suministro de energía eléctrica de ser atendido en un horizonte de estudio sin ser comprometido”.

Sensibilidad: “Es la variación de resultados ante la alteración positiva o negativa de los factores que lo componen”.

Factor de Planta: “Es la relación de la energía real producida en un intervalo de tiempo entre la energía producida en el mismo intervalo de tiempo producida a su máxima potencia”.

Comunidades Nativas: “Las colectividades originarias, con ascendencia en los conjuntos étnicos de la selva y ceja de selva, se caracterizan por su unidad social, cultural y territorial. Estos conjuntos ancestrales, estructurados en emplazamientos tanto concentrados como diseminados, han sido reconocidos jurídicamente mediante un procedimiento administrativo, en observancia de lo estipulado en el Decreto Ley N° 22175 y la Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales”.

Electrificación: “Consiste en proveer de energía eléctrica a un lugar.

Consumo de Energía: “Es la cantidad de energía utilizada en un periodo de tiempo cuya unidad es el Kilowatt Hora (KWh)”.

Abonados: “Son las cargas eléctricas que pueden ser viviendas o cargas generales como iglesias, postas, locales comunales, entre otros”.

Irrradiación solar: “Es la energía que emite el sol por unidad de superficie a lo largo de un periodo de tiempo. Se representa en Wh/m² o kWh/m²”.

Panel Solar: “Dispositivo eléctrico compuesto por semiconductores que tiene la capacidad de generar energía en forma de corriente directa a través de su exposición a la radiación solar”.

Dispositivos eléctricos primarios: “Conjunto de paneles solares dispuestos en serie y paralelo de un sistema fotovoltaico”.

Dispositivos eléctricos complementarios: “Conjunto de dispositivos que se encargan del almacenamiento, regulación y transformación de la energía tales son las baterías, reguladores de carga e inversores respectivamente”.

Corriente alterna: “Es un tipo de corriente eléctrica, en la que la dirección del flujo de electrones va y viene a intervalos regulares o en ciclos, es el tipo de corriente con el cual se electrifican la mayoría de los artefactos eléctricos”.

Coefficiente de electrificación rural: “Es la relación entre la población de zonas rurales que cuenta con acceso a la energía eléctrica y la población total de las zonas rurales”.

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

3.1.1. *Tipo de Investigación*

La presente investigación es de tipo **aplicada**, ya que busca generar una solución tecnológica concreta el diseño de un sistema fotovoltaico centralizado para atender una necesidad social real: el suministro de energía eléctrica en comunidades nativas aisladas de la cuenca del río Bajo Madre de Dios.

3.1.2. *Nivel de Investigación*

El nivel es **proyectivo**, ya que a partir de un diagnóstico de la situación actual se plantea el diseño de un sistema fotovoltaico centralizado, como alternativa técnica viable, sostenible y adaptada a las condiciones socioambientales del entorno.

Asimismo, incorpora elementos **descriptivos y explicativos**, porque describe las condiciones actuales de acceso a la energía eléctrica, las características socioculturales y ambientales del contexto, y explica cómo el sistema propuesto puede satisfacer las necesidades energéticas de manera sostenible.

3.1.3. *Enfoque de la Investigación*

El estudio se desarrolló bajo un **enfoque mixto**:

El componente cuantitativo permitió recopilar y analizar datos numéricos (número de viviendas, consumo energético, radiación solar, demanda eléctrica, horas de sol, etc.) para dimensionar el sistema fotovoltaico.

El componente cualitativo se centró en comprender la realidad social, educativa y cultural de las comunidades, mediante entrevistas, observación directa y revisión documental, con el fin de asegurar que la propuesta sea culturalmente pertinente y socialmente aceptable.

3.1.4. Diseño de la investigación

El diseño es **Cuasi experimental, cuasi transversal, de campo y proyectivo**:

Cuasi experimental, dado que se ha evaluado y comparado diferentes configuraciones de sistemas fotovoltaicos en condiciones reales de campo, con el propósito de seleccionar la alternativa más eficiente y sostenible.

Transversal, porque la información se recolectó en un solo momento del tiempo.

De campo, porque los datos fueron obtenidos directamente en las comunidades objeto de estudio.

Proyectivo, porque, con base en el diagnóstico, se formula una propuesta de diseño tecnológico que busca resolver el problema identificado.

3.2. Población

La población de la presente investigación está constituida por las comunidades nativas asentadas en la cuenca del río Bajo Madre de Dios que no cuentan con acceso a energía eléctrica. Se trata de una población finita, accesible y delimitada, en la medida en que se circunscribe a un grupo específico de comunidades que comparten condiciones geográficas y socioeconómicas similares, lo que permite obtener información representativa para el diseño de un sistema fotovoltaico centralizado.

3.3. Muestra

La muestra de la presente investigación está conformada por cuatro comunidades nativas ubicadas en la cuenca del río Bajo Madre de Dios, las cuales carecen de acceso al servicio eléctrico convencional. La selección de dichas comunidades no responde a un criterio probabilístico, sino a un **muestreo no probabilístico de tipo intencional**, en el cual se eligieron los casos de estudio por su **relevancia, accesibilidad y necesidad energética**.

Este tipo de muestra resulta pertinente, dado que el objetivo de la investigación es diseñar un sistema fotovoltaico centralizado que responda a las condiciones reales de comunidades aisladas, siendo estas representativas de la problemática que se busca atender.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 3.1

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

TECNICAS	INSTRUMENTO
Observación Directa	Visual
	Apuntes
	Fotografías
Encuestas	Formato de Encuestas
	Formato de Padrón
Revisión Documental	Libros, Bibliografía, Tesis
	Reportes

Fuente: Elaboración propia

3.5. Técnicas e instrumentos de Análisis y Procesamiento de datos

Tabla 3.2

Técnicas e instrumentos de análisis de datos

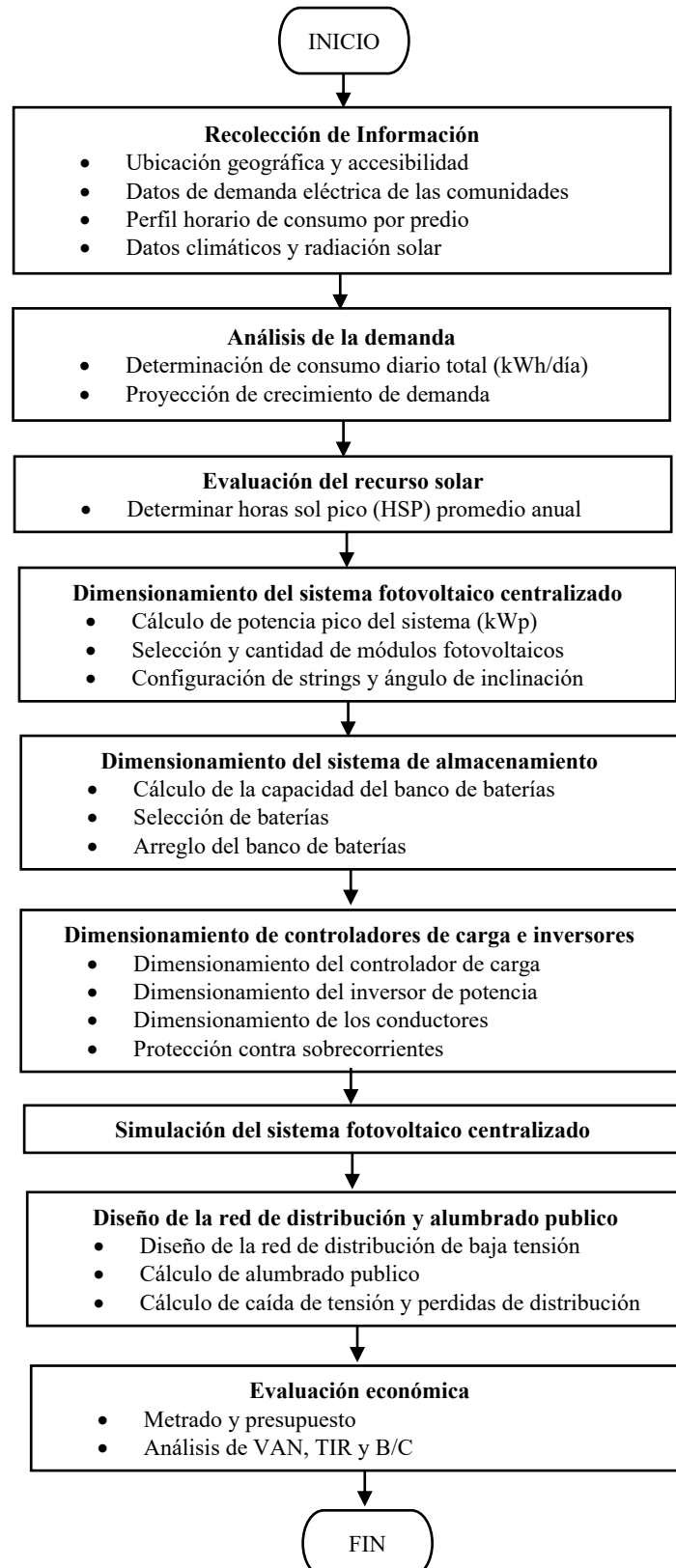
TECNICAS	INSTRUMENTO
Cálculos de dimensionamiento	Excel
Simulación	PVsyst – Photovoltaic
Evaluación económica	Excel

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Diagrama de flujo del diseño del sistema fotovoltaico centralizado



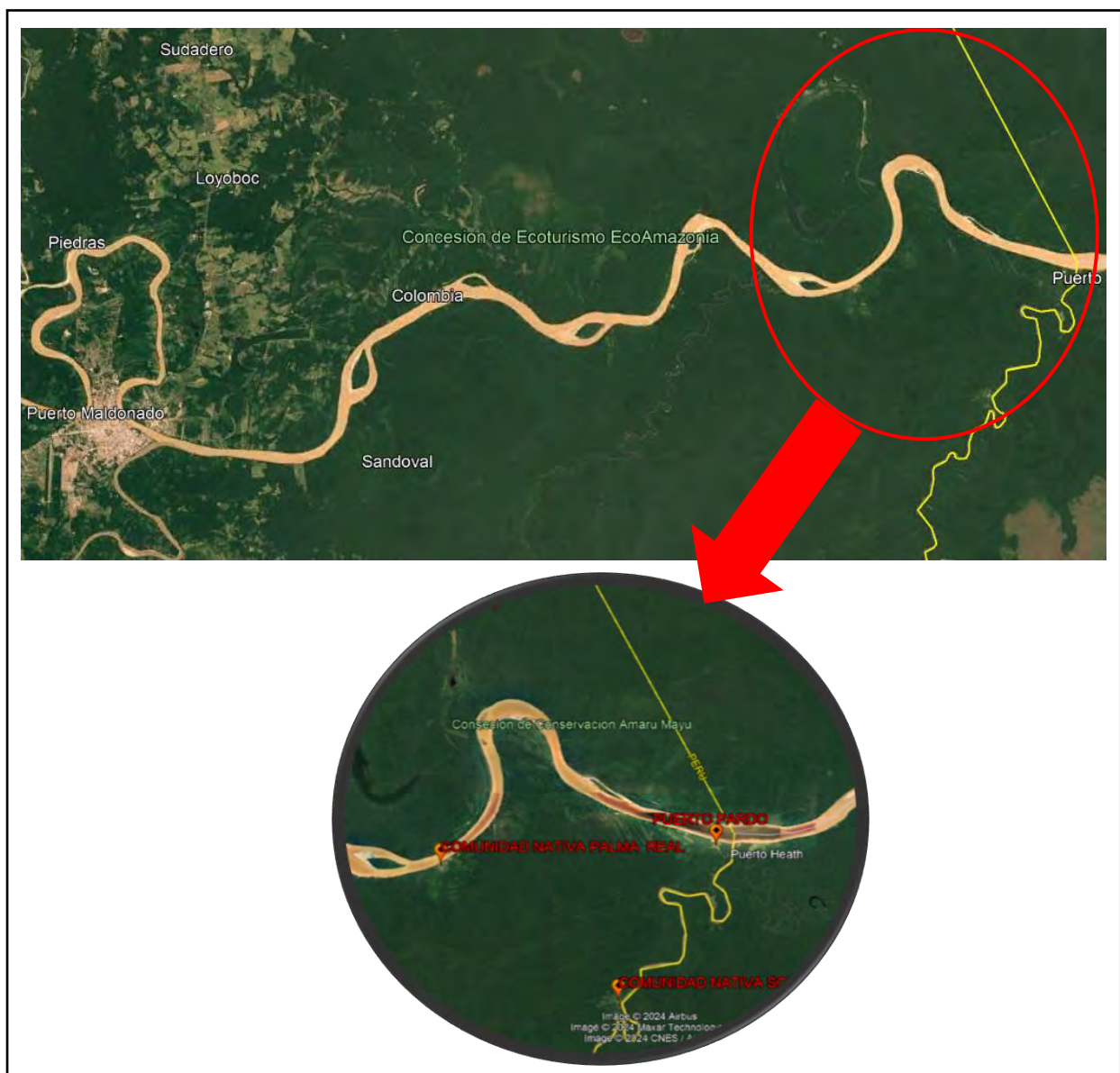
4.2. Recolección de información

4.2.1. Ubicación geográfica y accesibilidad

Geográficamente las cuatro comunidades nativas se encuentran ubicadas en el departamento de Madre de Dios, provincia de Tambopata, distritos de Tambopata y Las Piedras.

Figura 4.1

Ubicación geográfica de las cuatro comunidades nativas del Rio Bajo Madre de Dios



Fuente: Elaboración Propia, tomando como referencia Google Earth.

Como se aprecia en la figura anterior, el acceso a las cuatro comunidades nativas se realiza exclusivamente por vía fluvial, navegando a través del río, empleando embarcaciones menores tipo lancha a motor. El trayecto parte desde la ciudad de Puerto Maldonado, capital de la región Madre de Dios, siguiendo el cauce del río Bajo Madre de Dios hasta las zonas de asentamiento. La distancia estimada varía entre 40 y 50 km, dependiendo de la ubicación específica de cada comunidad, lo que equivale a un tiempo de navegación aproximado de 3 a 4 horas, condicionado por la potencia del motor, el nivel de caudal y las condiciones climáticas.

Esta característica geográfica condiciona significativamente la logística de transporte de materiales y equipos para la instalación y mantenimiento del sistema fotovoltaico centralizado, incrementando la necesidad de una planificación detallada y un uso eficiente de los recursos disponibles.

Figura 4.2

Embarcaciones que realizan transporte hacia las comunidades nativas



Fuente: Tomado de Google imágenes

4.2.2. Datos de demanda eléctrica de las comunidades

Para calcular la demanda energética de las cuatro comunidades nativas del Río Bajo Madre de Dios, se realizó un proceso sistemático de recopilación de información primaria y secundaria. Se llevaron a cabo encuestas y entrevistas dirigidas a los pobladores, líderes comunales y responsables de servicios básicos, con el objetivo de identificar el número de usuarios, tipos de aparatos eléctricos utilizados, tiempo promedio de uso diario y patrones de consumo energético. Además, se utilizaron datos secundarios provenientes de estudios anteriores, censos poblacionales y reportes técnicos elaborados por instituciones públicas y ONG con presencia en la región. Esta información permitió establecer una línea base de consumo actual, así como proyectar el crecimiento futuro de la demanda eléctrica considerando aspectos sociales, educativos y productivos.

Los padrones y encuestas fueron validadas por las autoridades de cada comunidad, las cuales fueron firmadas por los mismos, de igual manera por el asesor de la tesis.

Figura 4.3

Ejemplo de padrón de beneficiarios realizado en la CC NN Sonene

PROYECTO: "DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RÍO BAJO MADRE DE DIOS - 2024"											
LOCALIDAD: CCNN SONENE				CERRO: TARILOPATA							
NOMBRE DEL ASISTENTE:				FECHA: 08/06/23							
Nº	Nombre y Apellido	Nº DNI	SEXO	Edad	Edad	Edad	Edad	Edad	Edad	Edad	Edad
16	DICOMENES PIRICHEHUE SONAHUA	48182706	VI	5		X			8610277	532481	182
17	ALBERTO VAREJA SEHUA	04823419	VI	5		X			8610305	532480	182
18	CARLOS HUASO HUASO	04823421	VI	3		X			8610318	532499	186
19	BREBORDO HUASOHUASO JONA	04823519	VI	4		X			8610339	532510	184
20	NANCY VAREJA HUASOHUASO	61785912	VI	5		X			8610332	532487	182
21	MARI VAREJA OCHOA MARICHI	80066496	VI	4		X			8610334	532491	185
22	DAVID VAREJA PIRICHEHUE	61785897	VI	5		X			8610304	532458	184
23	FRANCELA SHANOCUA PIRICHEHUE	46316405	VI	4		X			8610308	532452	185
24	MARIBEL SEHUE HUASOHUASO		VI	4		X			8610338	532447	185
25	RONAL CHAVEZ SONAHUE	416448478	VI	4		X			8610315	532382	173
26	BENJAMIN HUASOHUASO JONA		VI	4		X			8610365	532372	182
27	ISABEL MASHI HUASOHUASO	77440392	VI	4		X			8610362	532364	173
28	SALON COMUNAL C.N. SONENE		PS			X			8610209	532357	180
29	PUESTO DE SALUD C.N. SONENE		PS			X			8610306	532478	182
30	CASA DE ARTESANIA MASHEKE		PS			X			8610268	532480	179
31	I.E. N° 313 SONENE		PS			X			8610305	532382	180
32	I.E. N° 52084 SONENE		PS			X			8610283	532305	182

Fuente: Elaboración propia

Figura 4.4

Ejemplo de encuesta por vivienda en la CC Puerto Pardo

"DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024"

ENCUESTA POR VIVIENDA

1. IDENTIFICACIÓN

NOMBRE DE LOCALIDAD: Puerto Pardo

ESTADÍA: Permanente (más de 6 meses al año) ☒ Estacional (menos de 6 meses) ☐

NOMBRE DE JEFE(A) DE FAMILIA: Elio Hurtado Juncos

EDAD: 32 SEXO: Masculino ☒ Femenino ☐

MATERIAL USADO EN LA CONSTRUCCIÓN

Material principal utilizado en la construcción de viviendas:

Ladrillo y cemento ☐ Adobe ☐ Quincha ☐ Piedra y barro ☐

Madera ☒

Material del piso de la vivienda: de Tierra

2. SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

¿Tiene energía eléctrica? SI ☒ NO ☐

Si la tiene indique la fuente: Grupo térmico ☐ Panel Solar ☐

3. ILUMINACIÓN

¿Cuál de los siguientes objetos utiliza para iluminar su hogar en horas de la noche?

Foco con panel solar o baterías ☐

Linternas con pilas ☒

Velas ☒

¿Cuánto gasta en la fuente de iluminación?: SI 10 col por semana

4. EQUIPOS ELECTRODOMÉSTICOS

¿Si tuviera electricidad permanente que artefactos tendría en su vivienda?

TV Satelital ☒ Equipo de Sonido ☒ Celulares ☒ Licuadora Refrigerador ☒

Ventilador ☒ Computadora ☐ Horno Microonda ☐

5. ACTIVIDADES ECONÓMICAS

¿Qué actividades económicas realiza?

Agricultura ☒ Ganadería ☐ Pesca ☒ Comercio ☐ Minería ☐

¿Cuánto es su ingreso promedio mensual?: SI 980

POR EL CONSULTOR

[Firma]
Firma del responsable de la encuesta)
Nombre: FREDY NAIMANI ROLIVAN
Cargo: PROYECTISTA

POR LA LOCALIDAD

[Firma]
(VºBº del encuestado)
Nombre: Elio Hurtado Juncos
DNI: 07719738

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra las potencias unitarias de los artefactos típicos por tipo de predio, los cuales se obtuvieron en base a las encuestas realizadas y/o necesidades energéticas.

Tabla 4.1

Artefactos típicos para una vivienda

Artefacto	Potencia Unitaria (W)	Cantidad	Potencia Total (W)
Lampara LED 950 Lumen	9	2	18
TV LCD 42"	60	1	60
Receptor TV SAT	20	1	20
Equipo de Sonido	50	1	50
Refrigeradora	120	1	120
Ventilador	40	1	40
Cargador de Celular	5	2	10

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.2

Artefactos típicos para Salón Comunal

Artefacto	Potencia Unitaria (W)	Cantidad	Potencia Total (W)
Lampara LED 1210 Lumen	12	1	12
TV LCD 60"	80	1	80
Receptor TV SAT	20	1	20
Equipo de Sonido	50	1	50
Amplificador audio	50	1	50
Ventilador de techo	60	1	60
Cargador de Celular	5	2	10

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.3*Artefactos típicos para Templo de Culto*

Artefacto	Potencia Unitaria (W)	Cantidad	Potencia Total (W)
Lampara LED 1210 Lumen	12	1	12
Equipo de Sonido	50	1	50
Amplificador audio	50	1	50
Ventilador de techo	60	1	60
Cargador de Celular	5	2	10

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.4*Artefactos típicos para Centro Educativo*

Artefacto	Potencia Unitaria (W)	Cantidad	Potencia Total (W)
Lampara LED 950 Lumen	9	3	27
TV LCD 60"	80	1	80
Receptor TV SAT	20	1	20
Equipo de Sonido	50	1	50
Amplificador audio	50	1	50
Equipo PC	120	2	240
Impresora	40	1	40
Ventilador de techo	60	2	120
Cargador de Celular	5	3	15

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.5*Artefactos típicos para Posta Médica*

Artefacto	Potencia Unitaria (W)	Cantidad	Potencia Total (W)
Lampara LED 950 Lumen	9	2	18
TV LCD 60"	80	1	80
Receptor TV SAT	20	1	20
Refrigerador sanitario	200	1	200
Equipo Médico	150	1	150
Equipo PC	120	1	120
Impresora	40	1	40
Ventilador de techo	60	1	60
Cargador de Celular	5	2	10

Fuente: Elaboración Propia

4.2.3. Perfil de demanda diaria por predio

En base a las tablas anteriores, se realizó el perfil de demanda diaria para cada tipo de predio (Vivienda, Posta Medica, Centro Educativo, Templo de Culto y Local Comunal).

Este perfil de demanda se ha realizado en base a la vivencia y necesidades energéticas de los pobladores de las cuatro comunidades nativas, los cuales fueron obtenidos al momento de realizar la visita a campo y las encuestas.

Los resultados se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 4.6*Perfil de demanda diaria para “vivienda”*

Hora Inicio	Hora Fin	Iluminación (W)	Cultura / Esparcimiento (W)	Cocina (W)	TOTAL Potencia (W)	TOTAL Energía (Wh/día)
00:00	01:00	0	0	0	0	0
01:00	02:00	0	0	120	120	120
02:00	03:00	0	0	0	0	0
03:00	04:00	0	0	120	120	120
04:00	05:00	0	0	0	0	0
05:00	06:00	0	0	120	120	120
06:00	07:00	0	80	0	80	80
07:00	08:00	0	180	120	300	300
08:00	09:00	0	50	0	50	50
09:00	10:00	0	50	120	170	170
10:00	11:00	0	50	0	50	50
11:00	12:00	0	50	120	170	170
12:00	13:00	0	80	0	80	80
13:00	14:00	0	50	120	170	170
14:00	15:00	0	50	0	50	50
15:00	16:00	0	50	120	170	170
16:00	17:00	0	50	0	50	50
17:00	18:00	18	90	120	228	228
18:00	19:00	18	130	0	148	148
19:00	20:00	18	90	120	228	228
20:00	21:00	0	0	0	0	0
21:00	22:00	0	0	120	120	120
22:00	23:00	0	0	0	0	0
23:00	00:00	0	0	120	120	120
Máxima Demanda (W)					300	
Energía día Típico (Wh)						2 544

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.7*Perfil de demanda diaria para “Local Comunal”*

Hora Inicio	Hora Fin	Iluminación (W)	Cultura / Esparcimiento (W)	TOTAL Potencia (W)	TOTAL Energía (Wh/día)
00:00	01:00	0	0	0	0
01:00	02:00	0	0	0	0
02:00	03:00	0	0	0	0
03:00	04:00	0	0	0	0
04:00	05:00	0	0	0	0
05:00	06:00	0	0	0	0
06:00	07:00	0	0	0	0
07:00	08:00	0	0	0	0
08:00	09:00	0	0	0	0
09:00	10:00	0	0	0	0
10:00	11:00	0	0	0	0
11:00	12:00	0	0	0	0
12:00	13:00	0	0	0	0
13:00	14:00	0	0	0	0
14:00	15:00	0	0	0	0
15:00	16:00	0	0	0	0
16:00	17:00	0	0	0	0
17:00	18:00	12	170	182	182
18:00	19:00	12	170	182	182
19:00	20:00	12	170	182	182
20:00	21:00	0	0	0	0
21:00	22:00	0	0	0	0
22:00	23:00	0	0	0	0
23:00	00:00	0	0	0	0
Máxima Demanda (W)				182	
Energía día Típico (Wh)					546

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.8*Perfil de demanda diaria para “Templo de Culto”*

Hora Inicio	Hora Fin	Iluminación (W)	Servicio de Culto (W)	TOTAL Potencia (W)	TOTAL Energía (Wh/día)
00:00	01:00	0	0	0	0
01:00	02:00	0	0	0	0
02:00	03:00	0	0	0	0
03:00	04:00	0	0	0	0
04:00	05:00	0	0	0	0
05:00	06:00	0	0	0	0
06:00	07:00	0	0	0	0
07:00	08:00	0	0	0	0
08:00	09:00	0	0	0	0
09:00	10:00	0	0	0	0
10:00	11:00	0	0	0	0
11:00	12:00	0	0	0	0
12:00	13:00	0	0	0	0
13:00	14:00	0	0	0	0
14:00	15:00	0	0	0	0
15:00	16:00	0	0	0	0
16:00	17:00	0	0	0	0
17:00	18:00	0	0	0	0
18:00	19:00	12	170	182	182
19:00	20:00	12	170	182	182
20:00	21:00	0	0	0	0
21:00	22:00	0	0	0	0
22:00	23:00	0	0	0	0
23:00	00:00	0	0	0	0
Máxima Demanda (W)				182	
Energía día Típico (Wh)					364

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.9*Perfil de demanda diaria para “Centro Educativo”*

Hora Inicio	Hora Fin	Iluminación (W)	Servicio Educativo (W)	TOTAL Potencia (W)	TOTAL Energía (Wh/día)
00:00	01:00	0	0	0	0
01:00	02:00	0	0	0	0
02:00	03:00	0	0	0	0
03:00	04:00	0	0	0	0
04:00	05:00	0	0	0	0
05:00	06:00	0	0	0	0
06:00	07:00	0	0	0	0
07:00	08:00	0	0	0	0
08:00	09:00	0	415	415	415
09:00	10:00	0	415	415	415
10:00	11:00	0	175	175	175
11:00	12:00	0	175	175	175
12:00	13:00	0	175	175	175
13:00	14:00	0	175	175	175
14:00	15:00	0	175	175	175
15:00	16:00	0	0	0	0
16:00	17:00	0	0	0	0
17:00	18:00	27	0	27	27
18:00	19:00	27	0	27	27
19:00	20:00	0	0	0	0
20:00	21:00	0	0	0	0
21:00	22:00	0	0	0	0
22:00	23:00	0	0	0	0
23:00	00:00	0	0	0	0
Máxima Demanda (W)				415	
Energía día Típico (Wh)					1 759

Fuente: Elaboración Propia

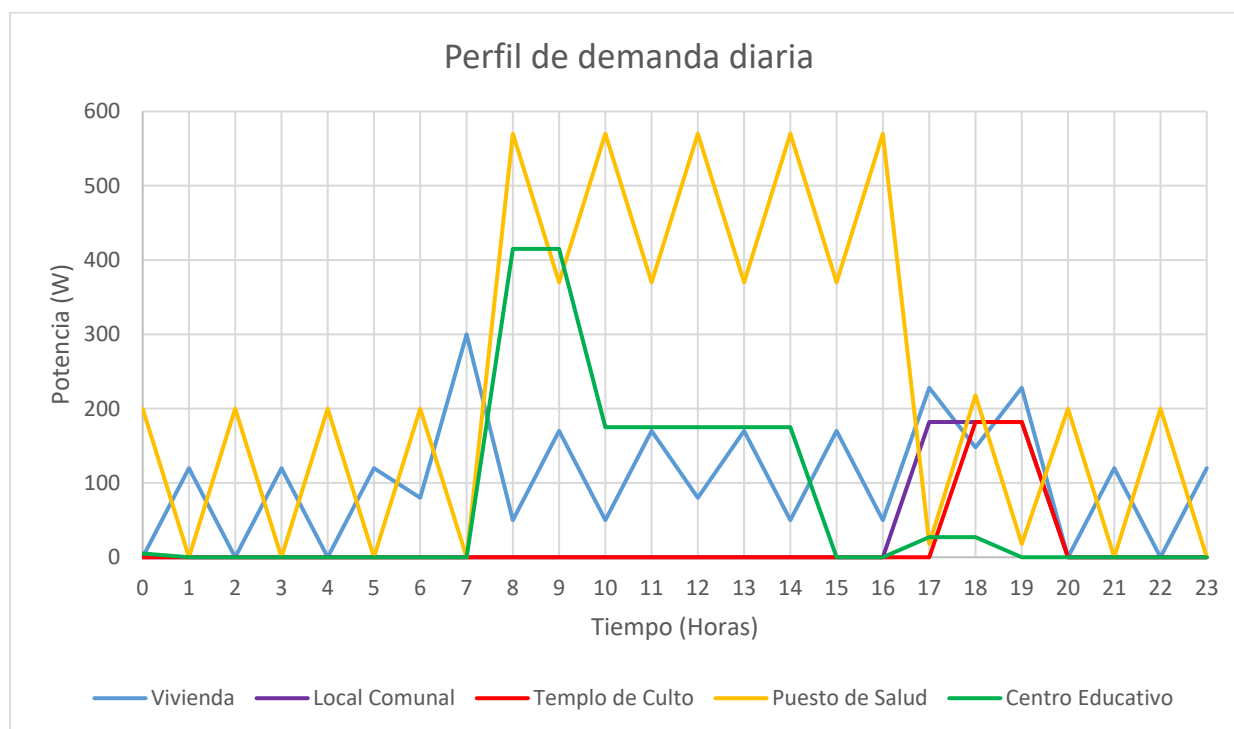
Tabla 4.10*Perfil de demanda diaria para “Posta Medica”*

Hora Inicio	Hora Fin	Iluminación (W)	Equipo Medico y auxiliar (W)	Equipo de Refrigeración (W)	TOTAL Potencia (W)	TOTAL Energía (Wh/dia)
00:00	01:00	0	0	200	200	200
01:00	02:00	0	0	0	0	0
02:00	03:00	0	0	200	200	200
03:00	04:00	0	0	0	0	0
04:00	05:00	0	0	200	200	200
05:00	06:00	0	0	0	0	0
06:00	07:00	0	0	200	200	200
07:00	08:00	0	0	0	0	0
08:00	09:00	0	370	200	570	570
09:00	10:00	0	370	0	370	370
10:00	11:00	0	370	200	570	570
11:00	12:00	0	370	0	370	370
12:00	13:00	0	370	200	570	570
13:00	14:00	0	370	0	370	370
14:00	15:00	0	370	200	570	570
15:00	16:00	0	370	0	370	370
16:00	17:00	0	370	200	570	570
17:00	18:00	18	0	0	18	18
18:00	19:00	18	0	200	218	218
19:00	20:00	18	0	0	18	18
20:00	21:00	0	0	200	200	200
21:00	22:00	0	0	0	0	0
22:00	23:00	0	0	200	200	200
23:00	00:00	0	0	0	0	0
Máxima Demanda (W)					570	
Energía día Típico (Wh)						5 784

Fuente: Elaboración Propia

Figura 4.5

Diagrama de perfil de demanda diaria por predio



Fuente: Elaboración Propia

4.2.4. Datos climáticos y radiación solar

El clima de la zona esta caracterizado por una estación seca corta y una estación lluviosa prolongada. La Temperatura media anual está alrededor de 24.9 °C, las Máximas alcanzan hasta 38 °C, especialmente entre agosto y septiembre. Las Mínimas pueden descender hasta 8 °C durante eventos fríos localmente conocidos como “surazos” o “friajes”.

La precipitación anual está entre 1,500 mm y 2,500 mm, distribuidos principalmente entre diciembre y abril.

Por otro lado, Perú destaca por tener uno de los niveles más altos de radiación solar en el mundo, y la región amazónica del país no es la excepción.

La radiación solar promedio nacional aproximadamente es de 5.24 kWh/m²/día. En zonas soleadas del sur del país, los valores oscilan entre 6.5 y 7.0 kWh/m²/día.

La irradiación media diaria global a nivel del suelo sin nubosidad puede llegar a

aproximadamente 6 kWh/m²/día, aunque esto depende de condiciones locales.

Dado lo anterior, es razonable estimar para la zona del Bajo Madre de Dios un valor de radiación efectiva (Horas Sol Pico – HSP) entre 4.5 y 6.0 h/día, dependiendo de la época del año, nubosidad y condiciones atmosféricas locales.

Tabla 4.11

Datos climatológicos de la zona de estudio

Variable	Valor estimado
Temperatura media anual	~24.9 °C
Máxima estacional	hasta 38 °C
Mínima estacional (frijes)	hasta 8 °C
Precipitación anual	1,500 – 2,500 mm
Radiación Solar promedio	~4.5 a 6.0 kWh/m ² /día

Fuente: Elaboración Propia con datos tomado de SEHAMHI

4.3. Análisis de la demanda

4.3.1. Determinación del consumo diario total

Para calcular el consumo total diario, es necesario conocer la cantidad de beneficiarios por comunidad. Debido a circunstancias no precisas, no se encuentra disponible la información censal correspondiente a las Comunidades Nativas objeto de este presente estudio de investigación, por lo que se adoptó información obtenida directamente de los trabajos de campo, cuyos padrones y encuestas se adjunta en los Anexos y el resumen se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4.12*Resumen de población y vivienda actual de las cuatro Comunidades Nativas*

Item	Denominación	CC Lago Valencia	CC NN Palma Real	CC Puerto Pardo	CC NN Sonene
1	Vivienda	22	81	33	27
2	Local comunal	2	0	1	2
3	Templo de Culto	1	0	0	0
4	Puesto de Salud	1	1	1	1
5	Centro Educativo	3	2	2	2
6	Total de Población	89	316	137	111

Fuente: Elaboración Propia

Para calcular la demanda diaria total por comunidad, se ha considerado el número total de predios (N° de viviendas, N° de posta médica, N° de centro educativo, N° templo de culto, N° de local comunal), las potencias unitarias por predio calculadas y el factor de simultaneidad.

Para el cálculo se ha utilizado la siguiente ecuación.

$$P_{t(hora)} = N_{VI} \times PU_{VI} \times FS + N_{PM} \times PU_{PM} + N_{CE} \times PU_{CE} + N_{TC} \times PU_{TC} + N_{LC} \times PU_{LC} \dots\dots\dots (16)$$

Donde:

$P_{t(hora)}$: Potencia para un periodo (hora 0, 1, 2, 3,)

N_{VI} : Número de viviendas año 0

PU_{VI} : Potencia unitaria para vivienda

N_{PM} : Numero de posta medica

PU_{PM} : Potencia unitaria para posta medica

N_{CE} : Numero de centro educativo

PU_{CE} : Potencia unitario para centro educativo

N_{TC} : Numero de templo de culto

PU_{TC} : Potencia unitaria para templo de culto

N_{LC} : Numero de local comunal

PU_{LC} : Potencia unitaria para local comunal

FS : Factor de Simultaneidad (FS=0.5 para viviendas, FS=1 para los demás predios)

Los resultados se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 4.13*Perfil de demanda diaria para la CC Lago Valencia*

Hora Inicio	Hora Fin	Potencia (W)	Energía (Wh)
00:00	01:00	215	215
01:00	02:00	1320	1320
02:00	03:00	200	200
03:00	04:00	1320	1320
04:00	05:00	200	200
05:00	06:00	1320	1320
06:00	07:00	1080	1080
07:00	08:00	3300	3300
08:00	09:00	2365	2365
09:00	10:00	3485	3485
10:00	11:00	1645	1645
11:00	12:00	2765	2765
12:00	13:00	1975	1975
13:00	14:00	2765	2765
14:00	15:00	1645	1645
15:00	16:00	2240	2240
16:00	17:00	1120	1120
17:00	18:00	2971	2971
18:00	19:00	2473	2473
19:00	20:00	3072	3072
20:00	21:00	200	200
21:00	22:00	1320	1320
22:00	23:00	200	200
23:00	00:00	1320	1320
Máxima Demanda (W)		3 485	
Energía día Típico (Wh)			40 516

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.14*Perfil de demanda diaria para la CC NN Palma Real*

Hora Inicio	Hora Fin	Potencia (W)	Energia (Wh)
00:00	01:00	210	210
01:00	02:00	4860	4860
02:00	03:00	200	200
03:00	04:00	4860	4860
04:00	05:00	200	200
05:00	06:00	4860	4860
06:00	07:00	3440	3440
07:00	08:00	12150	12150
08:00	09:00	3425	3425
09:00	10:00	8085	8085
10:00	11:00	2945	2945
11:00	12:00	7605	7605
12:00	13:00	4160	4160
13:00	14:00	7605	7605
14:00	15:00	2945	2945
15:00	16:00	7255	7255
16:00	17:00	2595	2595
17:00	18:00	9306	9306
18:00	19:00	6266	6266
19:00	20:00	9252	9252
20:00	21:00	200	200
21:00	22:00	4860	4860
22:00	23:00	200	200
23:00	00:00	4860	4860
Máxima Demanda (W)		12 150	
Energia dia Tipico (Wh)			112 344

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.15*Perfil de demanda diaria total para la CC Puerto Pardo*

Hora Inicio	Hora Fin	Potencia (W)	Energia (Wh)
00:00	01:00	210	210
01:00	02:00	1980	1980
02:00	03:00	200	200
03:00	04:00	1980	1980
04:00	05:00	200	200
05:00	06:00	1980	1980
06:00	07:00	1520	1520
07:00	08:00	4950	4950
08:00	09:00	2225	2225
09:00	10:00	4005	4005
10:00	11:00	1745	1745
11:00	12:00	3525	3525
12:00	13:00	2240	2240
13:00	14:00	3525	3525
14:00	15:00	1745	1745
15:00	16:00	3175	3175
16:00	17:00	1395	1395
17:00	18:00	4016	4016
18:00	19:00	2896	2896
19:00	20:00	3962	3962
20:00	21:00	200	200
21:00	22:00	1980	1980
22:00	23:00	200	200
23:00	00:00	1980	1980
Máxima Demanda (W)		4 950	
Energia dia Tipico (Wh)			51 834

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.16*Perfil de demanda diaria total para la CC NN Sonene*

Hora Inicio	Hora Fin	Potencia (W)	Energia (Wh)
00:00	01:00	210	210
01:00	02:00	1620	1620
02:00	03:00	200	200
03:00	04:00	1620	1620
04:00	05:00	200	200
05:00	06:00	1620	1620
06:00	07:00	1280	1280
07:00	08:00	4050	4050
08:00	09:00	2075	2075
09:00	10:00	3495	3495
10:00	11:00	1595	1595
11:00	12:00	3015	3015
12:00	13:00	2000	2000
13:00	14:00	3015	3015
14:00	15:00	1595	1595
15:00	16:00	2665	2665
16:00	17:00	1245	1245
17:00	18:00	3514	3514
18:00	19:00	2634	2634
19:00	20:00	3460	3460
20:00	21:00	200	200
21:00	22:00	1620	1620
22:00	23:00	200	200
23:00	00:00	1620	1620
Máxima Demanda (W)		4 050	
Energia dia Tipico (Wh)			44 748

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.17*Resumen de consumo diario total por comunidad*

Parámetro	CC Lago Valencia	CC NN Palma Real	CC Puerto Pardo	CC NN Sonene
Potencia máxima (W)	3 485	12 150	4 950	4 050
Energía consumida diaria (Wh/día)	40 516	112 344	51 834	44 748

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2. Proyección de crecimiento de la demanda**4.3.2.1. Tasa de crecimiento poblacional**

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), ha desarrollado varios censos de población y vivienda a nivel nacional, en los periodos anuales 1993, 2007 y 2017 (Tabla 4.2). Para el estudio se ha considerado una tasa de crecimiento de 3.6 %, el cual corresponde a la Provincia de Tambopata, donde se encuentran las comunidades nativas.

Tabla 4.18*Población Censada Y Tasa De Crecimiento Promedio Anual, Según Provincia, 2007 Y 2017*

Provincia	2007	2017	Tasa de Crecimiento promedio Anual
Tambopata	78 523	111 474	3.6
Manu	20 290	18 549	-0.9
Tahuamanu	10 742	11 047	0.3
Total	109 555	141 070	2.6

Fuente: Tomado de INEI Censos Nacionales de Población y vivienda 2007 y 2017

Por otro lado, de acuerdo a la Guía para la formulación de proyectos de inversión en electrificación rural, elaborado por el MEF, se tiene el siguiente cuadro donde se indica

referencialmente el número de personas por hogar obtenido del último Censo de Población y Vivienda del INEI, por región geográfica.

Tabla 4.19

Número de personas por hogar

Region Geográfica	Persona / Hogar
Costa	4.2
Sierra	3.9
Selva	4.6

Fuente: Tomado de Guía para la formulación de proyectos de inversión exitosos, MEF

En la tabla anterior se indica, que para la región Selva el número de personas por hogar es 4.6, este valor no está muy alejado a lo que se recabó en campo, cuyo valor obtenido es 4.01 (total de pobladores / total de viviendas). Para realizar una proyección más precisa, se tomó el valor recabado en campo.

4.3.2.2. Población y vivienda Proyectada

El horizonte del proyecto considerado es de 20 años, para lo cual se realizó la proyección del crecimiento poblacional utilizando la siguiente ecuación.

$$P_t = P_0(1 + r)^T \dots\dots\dots (17)$$

Donde:

P_t : Población proyectada para un determinado periodo

P_0 : Población actual

r : Tasa de crecimiento poblacional anual = 3.6 %

T : Periodo de proyección (Año 1, 2, 3, 4,)

Realizando los cálculos se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 4.20

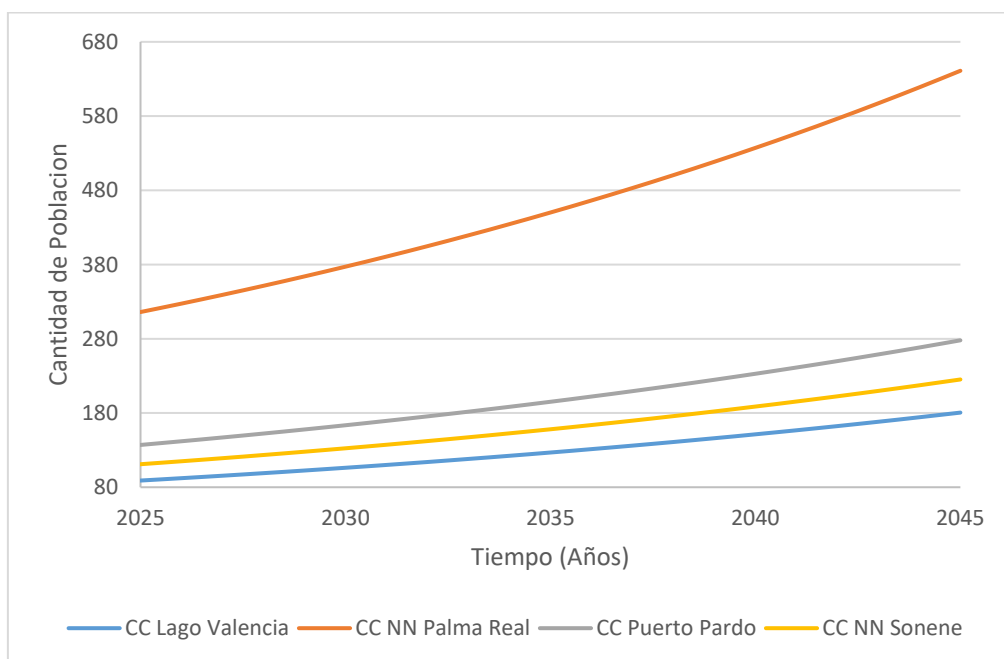
Proyección de la población y vivienda hasta el año 20

Componente	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
CC Lago Valencia																					
Proyección de Población	89	92	96	99	103	106	110	114	118	122	127	131	136	141	146	151	157	162	168	174	181
Proyección de Viviendas	22	23	24	25	26	26	27	28	29	31	32	33	34	35	36	38	39	40	42	43	45
CC NN Palma Real																					
Proyección de Población	316	327	339	351	364	377	391	405	419	434	450	466	483	500	518	537	556	577	597	619	641
Proyección de Viviendas	81	82	85	88	91	94	97	101	105	108	112	116	120	125	129	134	139	144	149	154	160
CC Puerto Pardo																					
Proyección de Población	137	142	147	152	158	164	169	175	182	188	195	202	209	217	225	233	241	250	259	268	278
Proyección de Viviendas	33	35	37	38	39	41	42	44	45	47	49	50	52	54	56	58	60	62	65	67	69
CC NN Sonene																					
Proyección de Población	111	115	119	123	128	132	137	142	147	153	158	164	170	176	182	189	195	203	210	217	225
Proyección de Viviendas	27	29	30	31	32	33	34	35	37	38	39	41	42	44	45	47	49	51	52	54	56

Fuente: Elaboración Propia

Figura 4.6

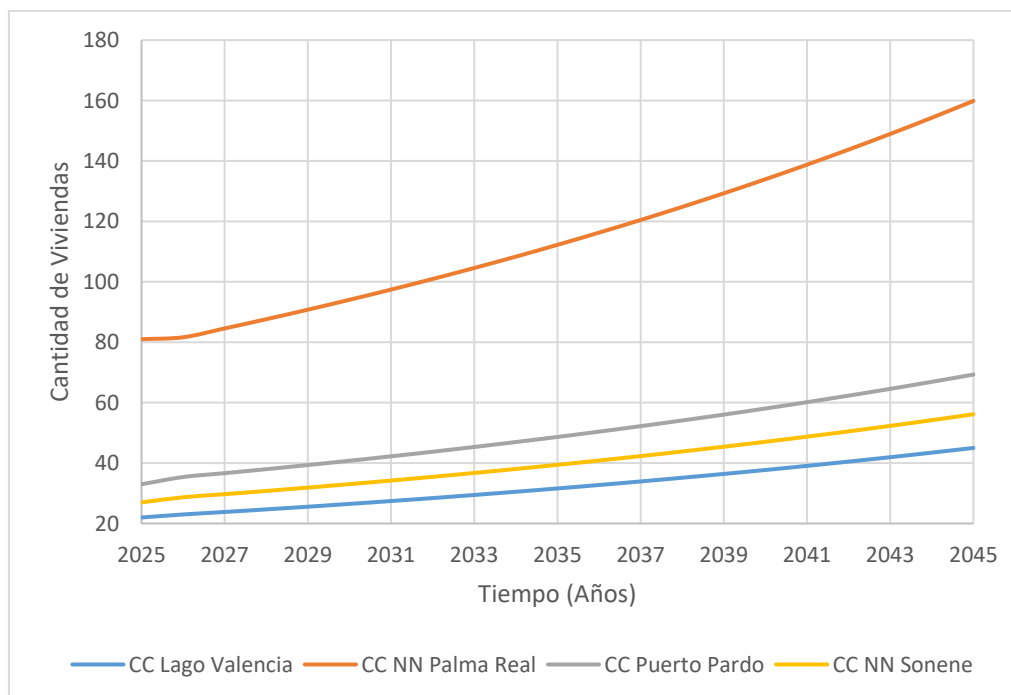
Diagrama de proyección de la Población para el año 20



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4.7

Diagrama de proyección de Viviendas para el año 20



Fuente: Elaboración Propia

4.3.2.3. Demanda Proyectada para el Año 20

La demanda eléctrica para el año 20, estará influenciado por la tasa de crecimiento poblacional. Según el tipo de carga, se aplicó el criterio que se indica a continuación.

- **Cargas Domiciliarias:** Se mantiene la carga unitaria asignada de 300W, pero la demanda total corresponderá al número de viviendas futuras, las cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4.21

Cantidad de viviendas año 0 y año 20 por Comunidad

Comunidad	Viviendas año 0	Viviendas año 20
Lago Valencia	22	45
CC NN Palma Real	81	160
Puerto Pardo	33	69
CC NN Sonene	27	56

Fuente: Elaboración Propia

La magnitud total de carga se verá influenciada por el factor de crecimiento poblacional, que en este caso se obtiene al dividir el número de viviendas futuras respecto de las viviendas actuales. Así tenemos por ejemplo para el año 20:

- o Lago Valencia: $Factor = 45/22 = 2.05$
- o CC NN Palm Real: $Factor = 160/81 = 1.97$
- o Puerto Pardo: $Factor = 69/33 = 2.10$
- o CC NN Sonene: $Factor = 56/27 = 2.08$

- **Cargas Especiales:** El número de cargas especiales se mantendrá inalterable, pero la demanda se verá influenciada por el factor de crecimiento poblacional.

Para determinar el perfil de carga para el año 20, se multiplicó la demanda actual por el factor de crecimiento poblacional calculada.

$$P_t = P_0 \times F_{ct} \dots\dots\dots (18)$$

Donde:

P_t : Potencia en un periodo

P_0 : Potencia año 0

F_{ct} : Factor de crecimiento en un periodo

Los resultados se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 4.22*Perfil de demanda diaria total año 0 y 20 – Comunidad Lago Valencia*

Hora Inicio	Hora Fin	Potencia año 0 (W)	Energía año 0 (Wh)	Potencia año 20 (W)	Energía año 20 (Wh)
00:00	01:00	215	215	441	441
01:00	02:00	1320	1320	2706	2706
02:00	03:00	200	200	410	410
03:00	04:00	1320	1320	2706	2706
04:00	05:00	200	200	410	410
05:00	06:00	1320	1320	2706	2706
06:00	07:00	1080	1080	2214	2214
07:00	08:00	3300	3300	6765	6765
08:00	09:00	2365	2365	4848	4848
09:00	10:00	3485	3485	7144	7144
10:00	11:00	1645	1645	3372	3372
11:00	12:00	2765	2765	5668	5668
12:00	13:00	1975	1975	4049	4049
13:00	14:00	2765	2765	5668	5668
14:00	15:00	1645	1645	3372	3372
15:00	16:00	2240	2240	4592	4592
16:00	17:00	1120	1120	2296	2296
17:00	18:00	2971	2971	6091	6091
18:00	19:00	2473	2473	5070	5070
19:00	20:00	3072	3072	6298	6298
20:00	21:00	200	200	410	410
21:00	22:00	1320	1320	2706	2706
22:00	23:00	200	200	410	410
23:00	00:00	1320	1320	2706	2706
Máxima Demanda (W)		3 485		7 144	
Energía día Típico (Wh)			40 516		83 058

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.23*Perfil de demanda diaria total año 0 y 20 – CC NN Palma Real*

Hora Inicio	Hora Fin	Potencia año 0 (W)	Energía año 0 (Wh)	Potencia año 20 (W)	Energía año 20 (Wh)
00:00	01:00	210	210	414	414
01:00	02:00	4860	4860	9574	9574
02:00	03:00	200	200	394	394
03:00	04:00	4860	4860	9574	9574
04:00	05:00	200	200	394	394
05:00	06:00	4860	4860	9574	9574
06:00	07:00	3440	3440	6777	6777
07:00	08:00	12150	12150	23936	23936
08:00	09:00	3425	3425	6747	6747
09:00	10:00	8085	8085	15927	15927
10:00	11:00	2945	2945	5802	5802
11:00	12:00	7605	7605	14982	14982
12:00	13:00	4160	4160	8195	8195
13:00	14:00	7605	7605	14982	14982
14:00	15:00	2945	2945	5802	5802
15:00	16:00	7255	7255	14292	14292
16:00	17:00	2595	2595	5112	5112
17:00	18:00	9306	9306	18333	18333
18:00	19:00	6266	6266	12344	12344
19:00	20:00	9252	9252	18226	18226
20:00	21:00	200	200	394	394
21:00	22:00	4860	4860	9574	9574
22:00	23:00	200	200	394	394
23:00	00:00	4860	4860	9574	9574
Máxima Demanda (W)		12 150		23 936	
Energía día Típico (Wh)			112 344		221 318

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.24*Perfil de demanda diaria total año 0 y 20 – Comunidad Puerto Pardo*

Hora Inicio	Hora Fin	Potencia año 0 (W)	Energía año 0 (Wh)	Potencia año 20 (W)	Energía año 20 (Wh)
00:00	01:00	210	210	441	441
01:00	02:00	1980	1980	4158	4158
02:00	03:00	200	200	420	420
03:00	04:00	1980	1980	4158	4158
04:00	05:00	200	200	420	420
05:00	06:00	1980	1980	4158	4158
06:00	07:00	1520	1520	3192	3192
07:00	08:00	4950	4950	10395	10395
08:00	09:00	2225	2225	4673	4673
09:00	10:00	4005	4005	8411	8411
10:00	11:00	1745	1745	3665	3665
11:00	12:00	3525	3525	7403	7403
12:00	13:00	2240	2240	4704	4704
13:00	14:00	3525	3525	7403	7403
14:00	15:00	1745	1745	3665	3665
15:00	16:00	3175	3175	6668	6668
16:00	17:00	1395	1395	2930	2930
17:00	18:00	4016	4016	8434	8434
18:00	19:00	2896	2896	6082	6082
19:00	20:00	3962	3962	8320	8320
20:00	21:00	200	200	420	420
21:00	22:00	1980	1980	4158	4158
22:00	23:00	200	200	420	420
23:00	00:00	1980	1980	4158	4158
Máxima Demanda (W)		4 950		10 395	
Energía día Típico (Wh)			51 834		108 851

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.25*Perfil de demanda diaria total año 0 y 20 – CC NN Sonene*

Hora Inicio	Hora Fin	Potencia año 0 (W)	Energía año 0 (Wh)	Potencia año 20 (W)	Energía año 20 (Wh)
00:00	01:00	210	210	437	437
01:00	02:00	1620	1620	3370	3370
02:00	03:00	200	200	416	416
03:00	04:00	1620	1620	3370	3370
04:00	05:00	200	200	416	416
05:00	06:00	1620	1620	3370	3370
06:00	07:00	1280	1280	2662	2662
07:00	08:00	4050	4050	8424	8424
08:00	09:00	2075	2075	4316	4316
09:00	10:00	3495	3495	7270	7270
10:00	11:00	1595	1595	3318	3318
11:00	12:00	3015	3015	6271	6271
12:00	13:00	2000	2000	4160	4160
13:00	14:00	3015	3015	6271	6271
14:00	15:00	1595	1595	3318	3318
15:00	16:00	2665	2665	5543	5543
16:00	17:00	1245	1245	2590	2590
17:00	18:00	3514	3514	7309	7309
18:00	19:00	2634	2634	5479	5479
19:00	20:00	3460	3460	7197	7197
20:00	21:00	200	200	416	416
21:00	22:00	1620	1620	3370	3370
22:00	23:00	200	200	416	416
23:00	00:00	1620	1620	3370	3370
Máxima Demanda (W)		4 050		8 424	
Energía día Tipico (Wh)			44 748		93 076

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.26

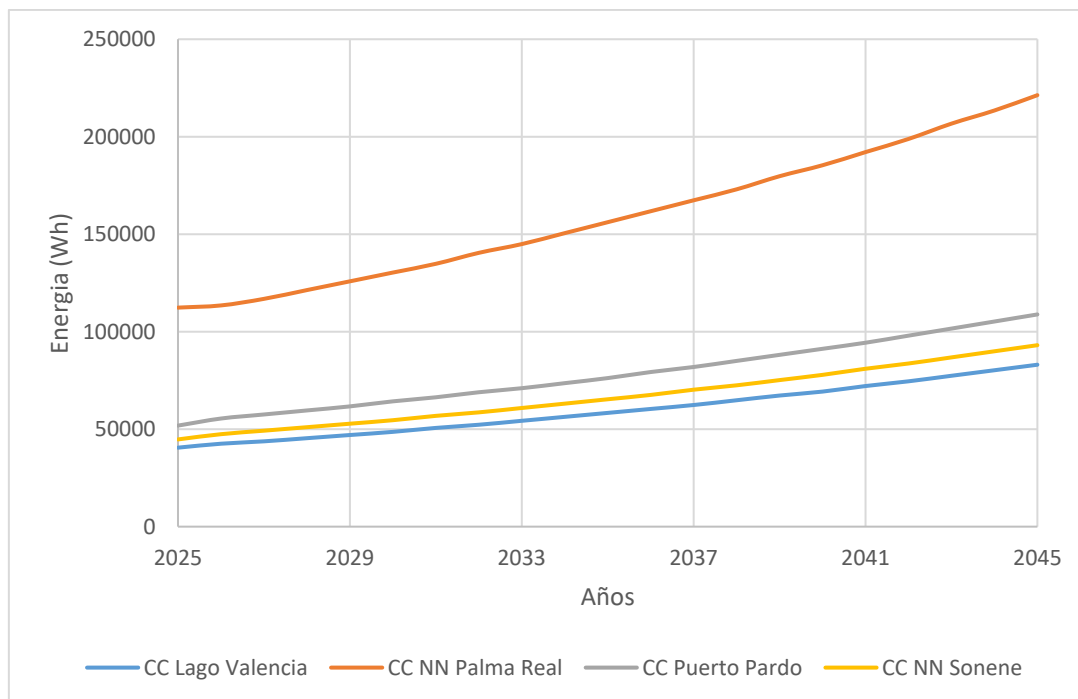
Proyección de la demanda de energía desde el año 0 al año 20

Componente	2025 0	2026 1	2027 2	2028 3	2029 4	2030 5	2031 6	2032 7	2033 8	2034 9	2035 10	2036 11	2037 12	2038 13	2039 14	2040 15	2041 16	2042 17	2043 18	2044 19	2045 20
CC Lago Valencia																					
Proyec. de Viviendas	22	23	24	25	26	26	27	28	29	31	32	33	34	35	36	38	39	40	42	43	45
Factor de crecimiento	1	1.05	1.08	1.12	1.16	1.20	1.25	1.29	1.34	1.39	1.44	1.49	1.54	1.60	1.66	1.71	1.78	1.84	1.91	1.98	2.05
Proyeccion de Energia	40516	42542	43757	45378	46999	48619	50645	52266	54291	56317	58343	60369	62395	64826	67257	69282	72118	74549	77386	80222	83058
CC NN Palma Real																					
Proyec. de Viviendas	81	82	85	88	91	94	97	101	105	108	112	116	120	125	129	134	139	144	149	154	160
Factor de crecimiento	1	1.01	1.04	1.08	1.12	1.16	1.2	1.25	1.29	1.34	1.39	1.44	1.49	1.54	1.6	1.65	1.71	1.77	1.84	1.9	1.97
Proyeccion de Energia	112344	113467	116838	121332	125825	130319	134813	140430	144924	150541	156158	161775	167393	173010	179750	185368	192108	198849	206713	213454	221318
CC Puerto Pardo																					
Proyec. de Viviendas	33	35	37	38	39	41	42	44	45	47	49	50	52	54	56	58	60	62	65	67	69
Factor de crecimiento	1	1.07	1.11	1.15	1.19	1.24	1.28	1.33	1.37	1.42	1.47	1.53	1.58	1.64	1.7	1.76	1.82	1.89	1.96	2.03	2.10
Proyeccion de Energia	51834	55462	57536	59609	61682	64274	66348	68939	71013	73604	76196	79306	81898	85008	88118	91228	94338	97966	101595	105223	108851
CC NN Sonene																					
Proyec. de Viviendas	27	29	30	31	32	33	34	35	37	38	39	41	42	44	45	47	49	51	52	54	56
Factor de crecimiento	1	1.06	1.1	1.14	1.18	1.22	1.27	1.31	1.36	1.41	1.46	1.51	1.57	1.62	1.68	1.74	1.81	1.87	1.94	2.01	2.08
Proyeccion de Energia	44748	47433	49223	51013	52803	54593	56830	58620	60857	63095	65332	67569	70254	72492	75177	77862	80994	83679	86811	89943	93076

Fuente: Elaboración Propia

Figura 4.8

Diagrama de la proyección de la demanda de energía para el año 20



Fuente: Elaboración Propia

Para el diseño del Sistema fotovoltaico centralizado se ha considera la energía proyectada al año 20, y se ha adoptado un factor de expansión de 10 % como previsión al crecimiento inesperado de la demanda.

Tabla 4.27

Demanda máxima por comunidad

Parámetro	CC Lago Valencia	CC NN Palma Real	CC Puerto Pardo	CC NN Sonene
Demanda calculada año 20 (kWh)	83.06	221.32	108.85	93.08
Factor de expansión	1.10	1.10	1.10	1.10
Capacidad a instalar (kWh)	91.36	243.45	119.74	102.38

Fuente: Elaboración Propia

4.4. Evaluación del recurso solar

4.4.1. Determinación de horas sol pico (HSP) promedio anual

La determinación de la disponibilidad del recurso solar en la zona de estudio se efectuó a partir de información elaborada por el SENAMHI y complementariamente mediante información provista por la NASA de los Estados Unidos de Norteamérica y por el software PVsyst. Los datos requeridos para acceder a la información de potencial solar son básicamente las coordenadas de posición geodésica.

Como las cuatro comunidades nativas se encuentran relativamente juntas, se tomó un punto de referencia para calcular el potencial solar, luego el valor calculado fue aplicado para las cuatro comunidades. El punto medio se ubica en la Comunidad Nativa de Palma Real, por lo tanto, tomaremos esas coordenadas para realizar el cálculo.

Latitud -12.5116° , Longitud -68.7772° .

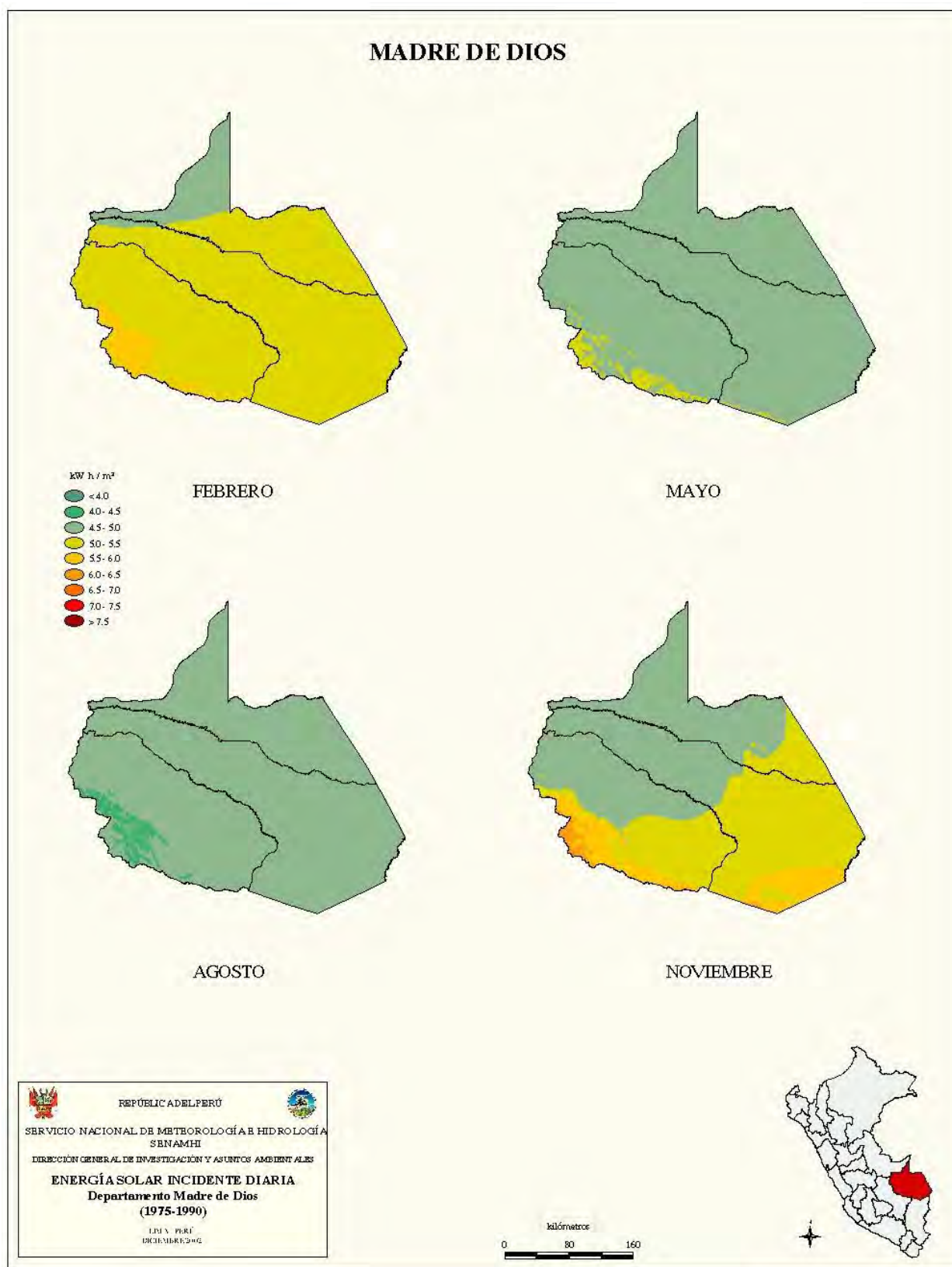
- **SENAMHI**

Los mapas que conforman el atlas solar del Perú indican el promedio diario de la irradiancia solar (radiación que llega a la superficie terrestre luego de cruzar la atmosfera) en kWh/m². Esta información permite analizar la capacidad de sistema de generación fotovoltaica conforme al lugar de ubicación.

En la siguiente figura se observa que la energía solar incidente diaria (irradiancia media diaria) se encuentra entre los valores de 4.0 a 5.5 kWh/m².

Figura 4.9

Energía Solar incidente diaria, departamento Madre de Dios



Fuente: Tomado de Atlas Solar del Perú, SENAHI (2003)

- **METEONORM 8.1**

Mediante el software PVsyst se ha determinado la irradiación horizontal global, el cual se ha obtenido de la base de datos de Meteonorm 8.1, cuyos resultados se muestran en la siguiente figura.

Figura 4.10

Irradiación horizontal global – Meteonorm 8.1

	Irradiación horizontal global kWh/m²/día	Irradiación difusa horizontal kWh/m²/día	Temperatura °C	Velocidad del viento m/s	Turbidez Linke [-]	Humedad relativa %
Enero	6.76	2.45	27.5	1.69	3.299	81.0
Febrero	5.93	2.81	27.2	1.60	3.258	82.6
Marzo	6.38	2.30	27.8	1.40	3.181	79.7
Abril	5.79	1.83	27.3	1.30	3.123	79.6
Mayo	5.52	1.65	26.4	1.30	3.012	78.1
Junio	5.09	1.43	25.5	1.30	2.928	79.3
Julio	5.57	1.19	25.3	1.50	3.007	75.2
Agosto	5.32	2.15	27.6	1.70	3.971	68.7
Septiembre	5.54	2.22	28.2	1.80	5.270	71.2
Octubre	5.95	2.65	28.8	1.79	4.108	73.2
Noviembre	5.77	2.69	28.0	1.80	3.563	78.4
Diciembre	6.14	2.93	27.8	1.80	3.382	79.8
Año	5.82	2.19	27.3	1.6	3.508	77.2

Irradiación horizontal global variabilidad año a año 12.5%

Fuente: Tomado de Base de datos de Meteonorm 8.1

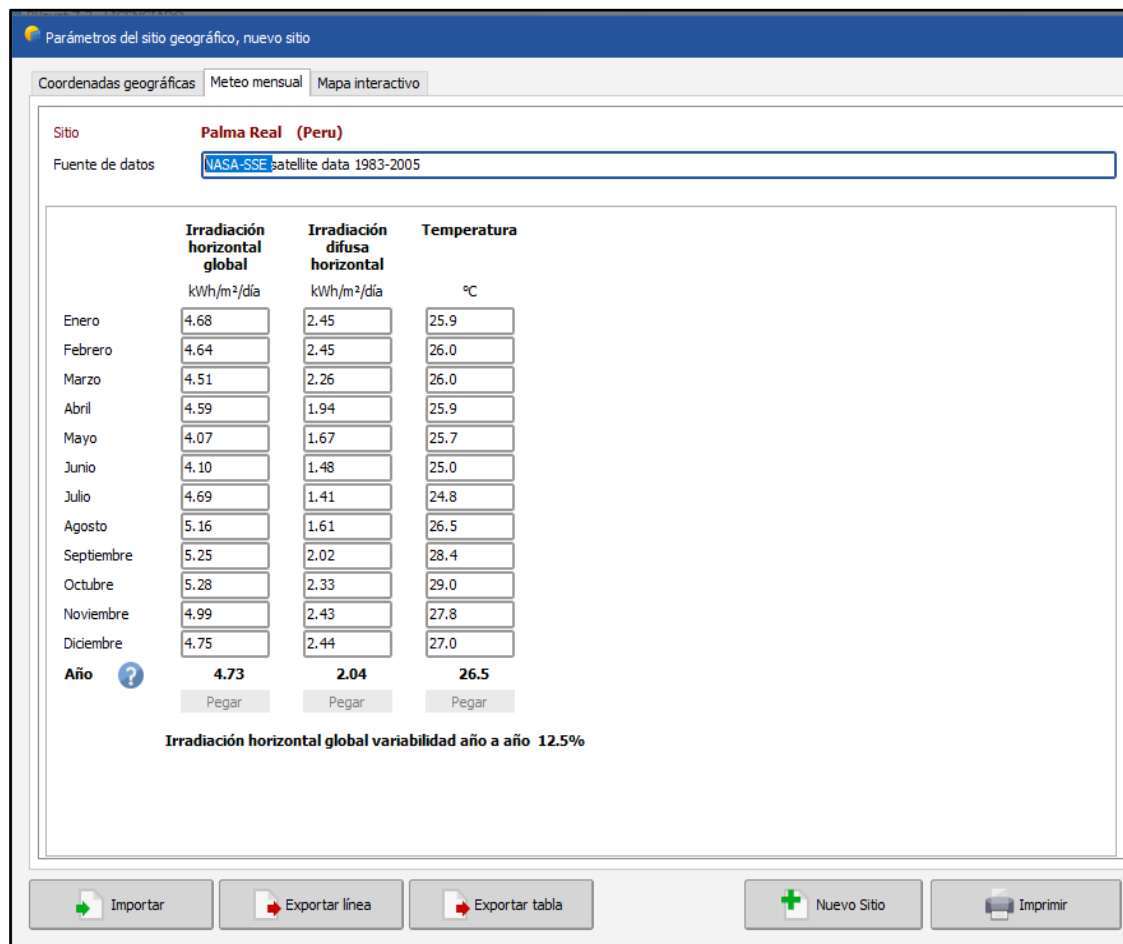
Según la base de datos de Meteonorm, la Irradiación horizontal global para la zona de estudio es de 5.82kWh/m²/día.

- **NASA-SSE**

Mediante el software PVsyst se ha determinado la irradiación horizontal global, el cual se ha obtenido de la base de datos de NASA-SSE, cuyos resultados se muestran en la siguiente figura.

Figura 4.11

Irradiación horizontal global – NASA-SSE



Fuente: Tomado de Base de datos NASA-SSE

Según la base de datos de NASA-SSE, la Irradiación horizontal global para la zona de estudio es de 4.73kWh/m²/día.

- **NREL / NSRDB TMY**

Mediante el software PVsyst se ha determinado la irradiación horizontal global, el cual se ha obtenido de la base de datos de NREL/NSRDB TMY, cuyos resultados se muestran en la siguiente figura.

Figura 4.12

Irradiación horizontal global –NREL/NSRDB TMY

Parámetros del sitio geográfico, nuevo sitio				
Coordenadas geográficas Meteo mensual Mapa interactivo				
Sitio: Palma Real (Peru)				
Fuente de datos: NREL NSRDB Typ. Met. Year PSMv3_1998 to 2020				
	Irradiación horizontal global kWh/m ² /día	Irradiación difusa horizontal kWh/m ² /día	Temperatura °C	Velocidad del viento m/s
Enero	5.26	2.76	24.7	0.11
Febrero	4.93	2.63	24.8	0.10
Marzo	5.09	2.49	24.6	0.15
Abril	4.96	1.86	24.0	0.16
Mayo	4.54	1.64	23.8	0.18
Junio	4.31	1.43	22.3	0.15
Julio	4.87	1.18	22.0	0.19
Agosto	5.22	1.66	22.2	0.22
Septiembre	5.39	2.05	26.8	0.18
Octubre	5.68	2.53	26.7	0.13
Noviembre	5.46	2.57	25.0	0.11
Diciembre	5.15	2.89	25.0	0.11
Año	5.07	2.14	24.3	0.1

Fuente: Tomado de Base de datos NREL/NSRDB TMY

Según la base de datos de NREL/NSRDB TMY, la Irradiación horizontal global para la zona de estudio es de 5.07kWh/m²/día.

De todas fuentes revisadas, se tiene los siguientes valores.

Tabla 4.28

Irradiación horizontal global determinados

Fuente de Información	Irradiación horizontal global (kWh/m ² /día)
Datos SENAMHI	4.0 a 5.5
Datos de Software PVsyst (Meteonorm)	5.82
Datos de Software PVsyst (NASA SSE)	4.73
Datos de Software PVsyst (NREL/NSRDB TMY)	5.07

Fuente: Elaboración Propia

Para un diseño adecuado, se tomó el valor más bajo el cual fue de 4.73 kWh/m²/día.

- **Cálculo de horas solares pico:** Este valor fue calculado mediante la siguiente formula:

$$HSP = \frac{G}{I_{CEM}} \dots\dots\dots (19)$$

Donde:

HSP : Horas solares pico

G : Irradiación solar media diaria = 4.73 kWh/m²

I_{CEM} : Irradiación nivel estándar STC 1 000W/m²

$$\text{Aplicando los datos: } HSP = 4.73 \times \frac{1000}{1000} = 4.73$$

Entonces: $HSP = 4.73 \text{ horas}$

4.5. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico centralizado

En el Perú aún no se cuenta con normas técnicas, guías ni manuales específicos orientados al diseño de sistemas fotovoltaicos centralizados de mediana potencia. Por esta razón, el presente estudio ha recurrido a la referencia de normativas internacionales y a manuales técnicos de países con mayor desarrollo en energía solar, como Chile, México y España.

Asimismo, se han considerado estudios de investigación y tesis especializadas elaboradas en dichos países, con el propósito de adaptar las mejores prácticas y criterios de diseño a la realidad peruana.

Entre las normas internacionales de mayor relevancia empleadas como base para el diseño se encuentran: IEC 61215, IEC 61730, IEC 62109, IEC 62548 y NEC 690, las cuales establecen los lineamientos para la evaluación de módulos fotovoltaicos, seguridad de

inversores, instalación de sistemas solares y requisitos eléctricos de conexión.

4.5.1. Cálculo de potencia pico del sistema

Con la información de la energía máxima diaria proyectada, las horas solares pico y la eficiencia del sistema se calculó la potencia pico del sistema mediante la siguiente ecuación.

$$W_p = \frac{E_C}{n_s \times HSP} \dots\dots\dots (20)$$

Donde:

W_p : Potencia pico del sistema

E_C : Energía máxima

n_s : Eficiencia del sistema = 70%

HSP : Hora solares pico = 4.73 horas.

Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4.29

Potencia pico del sistema por Comunidad

Parámetro	Unidad	Lago Valencia	CC NN Palma Real	Puerto Pardo	CC NN Sonene
Potencia pico del sistema	kW	27.59	73.53	36.16	30.92

Fuente: Elaboración Propia

4.5.2. Selección y cantidad de módulos fotovoltaicos

4.5.2.1. Selección de módulos fotovoltaicos

Para seleccionar el módulo fotovoltaico, se procedió a efectuar la búsqueda de paneles solares ofertados a nivel nacional e internacional, en base a los siguientes criterios:

- o Eficiencia fotovoltaica, la mayor posible (%)

- o Costo del panel, el menor posible (S/)

Algunas alternativas de paneles solares ofrecidos en el mercado, se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4.30

Alternativas de selección de paneles fotovoltaicos

PARAMETROS	ALT. 1	ALT. 2	ALT. 3
Marca	Tensite	Jinko Solar	Trina Solar
Modelo	610M TH Mono	78HL4-BDV	TSM-NE19R
Precio Unitario (S/.)	698.37	639.60	767.00
Máxima potencia (Pmax)	610Wp	600Wp	600Wp
Corriente de potencia máxima (Imp)	15,34A	13.26A	14.91
Voltaje de potencia máxima (Vmp)	39,77V	45.25V	40.3
Corriente de cortocircuito (Isc)	16,05A	13.87A	15.80
Voltaje de circuito abierto (Voc)	48,10V	55.03V	48.4
Eficiencia del módulo (%)	22,60%	21.46%	22.2%
Temperatura de funcionamiento (°C)	-40°C~+85 °C	-40°C~+85°C	-40°C~+85°C
Voltaje máximo del sistema	1500V CC	1500VDC (IEC)	1500V DC (IEC)
Máxima capacidad del fusible en serie	25A	30A	30A
Coeficiente de temperatura (Pmáx)	-0,30%/ °C	-0.30%/°C	- 0.29%/°C
Tipo de célula	Monocristalina	Monocristalina	Monocristalina
Nº de células	132(6x11x2)	156 (2×78)	132 celdas
Dimensiones	2384x1134x30mm	2465×1134×35mm	2382×1134×30 mm

Fuente: Elaboración Propia

De las tres alternativas de paneles solares consideradas, se optó por el Panel Solar de 600W Monocristalino de la marca Jinko Solar, cuya ficha técnica se muestra en los Anexos.

4.5.2.2. Cálculo de número de paneles fotovoltaicos

Para generar la energía demandada, se requiere como mínimo cierta cantidad de paneles fotovoltaicos, las cuales fueron calculadas mediante la siguiente ecuación:

$$N^{\circ}_{paneles} = \frac{W_{p-sistema}}{W_{p-panel}} \dots\dots\dots (21)$$

Donde:

$N^{\circ}_{paneles}$: Número de paneles FV que se debe instalar

$W_{p-sistema}$: Potencia pico del sistema = según cada Comunidad

$W_{p-panel}$: Potencia pico el panel FV = 600Wp

Aplicando los datos, se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 4.31

Numero de paneles FV por Comunidad

Parámetro	Und.	Lago Valencia	CC NN Palma Real	Puerto Pardo	CC NN Sonene
Numero de Paneles FV (calculado)	Und	45.98	122.55	60.27	51.53
Numero de Paneles FV (asumido)	Und	48	120	60	54

Fuente: Elaboración Propia

4.5.3. Configuración de strings y ángulo de inclinación

4.5.3.1. Numero de paneles fotovoltaicos conexión en serie

Los paneles solares deberán ser interconectados en forma serial a fin de obtener el voltaje de operación del banco de baterías. Téngase en cuenta que los niveles de tensión más altos operan con corriente de menor magnitud, lo cual es favorable respecto del factor de pérdidas de energía. La cantidad de paneles a conectar en serie fue calculada mediante la siguiente ecuación.

$$N_{smf} = \frac{V_T}{V_{mf}} \dots\dots\dots (22)$$

Donde:

N_{smf} : Numero de paneles FV a ser conectados en serie

V_T : Tensión de operación del sistema = 48V.

V_{mf} : Tensión nominal de cada panel FV = 24V.

Aplicando datos se tiene los siguientes resultados:

Tabla 4.32

Numero de paneles FV en serie, por Comunidad

Parámetro	Und.	CC Lago Valencia	CC NN Palma Real	CC Puerto Pardo	CC NN Sonene
Número de Paneles FV en serie	Und	2	2	2	2

Fuente: Elaboración Propia

4.5.3.2. Numero de paneles fotovoltaicos conexión en paralelo

Los paneles FV a conectar en paralelo se calcularon utilizando la siguiente ecuación.

$$N_{pmf} = \frac{N_{mf}}{N_{smf}} \dots \dots \dots (23)$$

Donde:

N_{pmf} : Numero de paneles FV a ser conectados en paralelo

N_{mf} : Número total de paneles FV

N_{smf} : Numero de paneles FV a ser conectados en serie

Aplicando los datos se tiene:

Tabla 4.33

Numero de paneles FV para conexión en paralelo, por Comunidad

Parámetro	Und.	CC Lago Valencia	CC NN Palma Real	CC Puerto Pardo	CC NN Sonene
Numero de Paneles FV en paralelo	Und	24	60	30	27

Fuente: Elaboración Propia

4.5.3.3. Inclinación de los paneles fotovoltaico

La inclinación de los paneles FV se calculó mediante la siguiente ecuación.

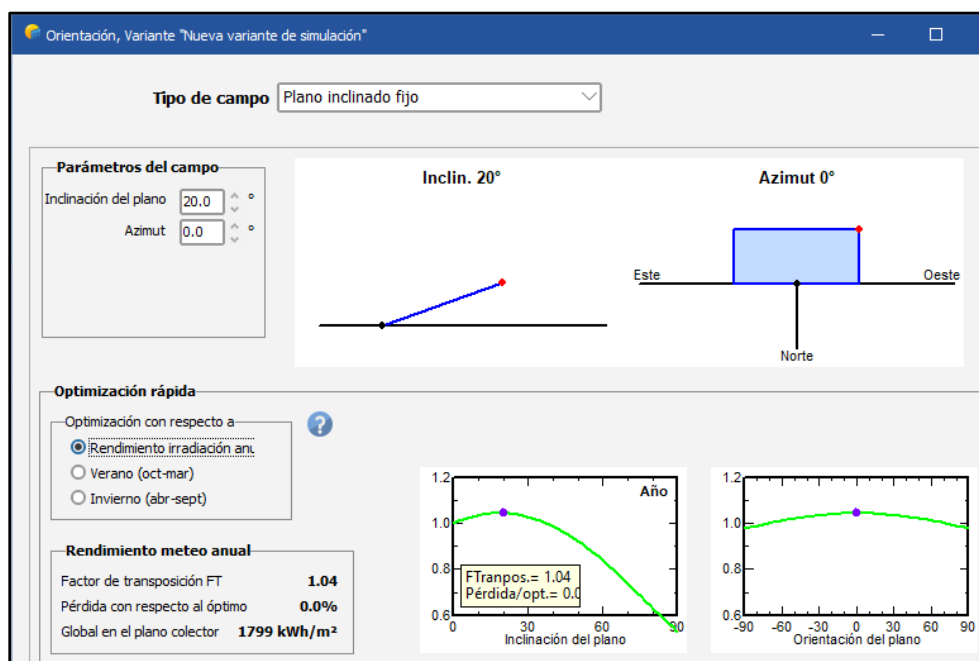
$$\beta_{optimo}: 3,7 + 0.69 |\varphi| \rightarrow \beta_{optimo}: 3,7 + 0.69 |-12.51^\circ| \dots \dots \dots (24)$$

$$\beta_{optimo}: 3,7 + 8.63 = 12.33^\circ$$

El resultado obtenido se ha corroborado con el software PVsyst, donde se determinó que el ángulo óptimo para los paneles fotovoltaicos se deberá considerar 20°, para evitar todas las perdidas posibles.

Figura 4.13

Angulo óptimo para la inclinación de los paneles FV



Fuente: Software PVsyst

Para el diseño se ha considerado el alguno determinado por el software PVsyst.

4.6. Dimensionamiento del sistema de almacenamiento

4.6.1. Cálculo de la capacidad del banco de baterías

Para determinar la capacidad del banco de baterías se utilizó la siguiente formula.

$$C_{sist} = \frac{E \times N}{V_{cc} \times P_d} \dots\dots\dots (25)$$

Donde:

C_{sist} : Capacidad del banco de baterías (Ah)

E : Demanda real de energía (al año 20, incluido perdidas)

N : Autonomía = 1 día

P_d : Profundidad de descarga = 80%

V_{cc} : Voltaje del sistema 48Vcc

Aplicando la ecuación se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 4.34

Capacidad de banco de baterías, por Comunidad

Parámetro	Und.	CC Lago Valencia	CC NN Palma Real	CC Puerto Pardo	CC NN Sonene
Capacidad de banco de baterias	Ah	2379.26	6339.83	3118.14	2666.24

Fuente: Elaboración Propia

4.6.2. Selección de baterías

En mercado existe gran variedad de baterías para sistemas fotovoltaicos, la selección se realizó considerando la tecnología, capacidad carga y descarga y el costo.

Tabla 4.35*Alternativas de selección de baterías*

PARAMETROS	ALT. 1	ALT. 2	ALT. 3
Marca	Tensite	TFS UPower	Felicity Solar
Tecnología	AGM	AGM	LiFePO4
Precio Unitario (S/.)	1214.12	1516.94	5536.72
Voltaje Nominal	12 V	12V	48V
Capacidad Nominal	250Ah	250Ah	10kWh
Peso Aproximado	57kg	59.8kg	75kg
Profundidad de Descarga	80%	80%	>95%
Dimensiones (mm)	522x240 x221	555x125x320	630x540x260
Uso Común	SFV individuales	Bancos de Bateria	Bancos de Bateria

Fuente: Elaboración Propia

En base a la tabla anterior se ha seleccionado baterías de 12V, 250Ah, tecnología AGM de la marca TFS UPower.

4.6.3. Arreglo del banco de baterías

Para determinar la cantidad de baterías conectadas eléctricamente en serie se utilizó la siguiente ecuación.

$$N_{sbat} = \frac{V_T}{V_{bat}} \dots \dots \dots (26)$$

Donde:

N_{sbat} : Cantidad de baterías conexión serial

V_T : Voltaje de operación = 48Vcc

V_{bat} : Voltaje de batería = 12Vcc

Aplicando la ecuación se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 4.36*Cantidad de baterías conectadas en serie, por Comunidad*

Parámetro	Und.	CC Lago Valencia	CC NN Palma Real	CC Puerto Pardo	CC NN Sonene
Número de baterías en serie	und	4	4	4	4

Fuente: Elaboración Propia

Para determinar la cantidad de baterías conectadas eléctricamente en paralelo se utilizó la siguiente ecuación.

$$N_{pbat} = \frac{C_T}{C_{bat}} \dots \dots \dots (27)$$

Donde:

N_{pbat} : Cantidad de ramales en paralelo

C_T : Capacidad conjunto de baterías

C_{bat} : Capacidad cada batería = 250Ah

Aplicando la ecuación se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 4.37*Cantidad de ramales de baterías conectadas en paralelo, por Comunidad*

Parámetro	Und.	CC Lago Valencia	CC NN Palma Real	CC Puerto Pardo	CC NN Sonene
Nº de ramales en paralelo (calculado)	und	9.52	25.36	12.47	10.66
Nº de ramales en paralelo (asumido)	und	9	25	12	10

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, el número total de baterías es el factor entre el total de baterías en serie y ramales en paralelo, el cual fue calculada mediante la siguiente ecuación.

$$Nt = Ns \times Np \dots\dots\dots (28)$$

Donde:

Nt : Número total de baterías

Ns : Número de baterías en serie

Np : Número de ramales de baterías en paralelo

Aplicando la ecuación se obtiene los siguientes resultados.

Tabla 4.38

Número total de baterías, por Comunidad

Parámetro	Und.	CC Lago Valencia	CC NN Palma Real	CC Puerto Pardo	CC NN Sonene
Número total de baterías	und	36	100	48	40

Fuente: Elaboración Propia

4.7. Dimensionamiento de controladores de carga e inversores

4.7.1. Dimensionamiento del controlador de carga

El controlador de carga tiene por finalidad recibir la energía proveniente de los paneles fotovoltaicos y entregarla en forma controlada al banco de baterías. Por lo tanto, la corriente máxima que ingrese al controlador será la correspondiente a la corriente máxima generada en los paneles fotovoltaicos, esto es, la corriente de corto circuito en caso extremo. Una característica particular de los equipos controladores de carga es que, en caso la corriente de entrada al controlador supere su capacidad máxima de corriente, entonces se conectará varios controladores en paralelo.

De toda la variedad de controladores de carga disponibles en el mercado, se ha seleccionado el SmartSolar MPPT 450/200 de 11520W de potencia total, 4000W de potencia

por MPPT y con 4 entradas de MPPT. Las características técnicas se muestran en la Tabla 4.39.

Tabla 4.39

Características del controlador de carga

PARAMETROS	450/100	450/200
Marca	Victron Energy	Victron Energy
Tension de la bateria	48V	48V
Precio Unitario (S/.)	6542.24	8683.05
Potencia de carga maxima	5,8 kW a 57,6 V	11,5 kW a 57,6 V
Tension FV CC maxima	450 V	450 V
Rango de tension de trabajo del MPPT	65 – 450 V	65 – 450 V
Numero de rastreadores	2	4
Max. corriente de entrada operativa FV	16 A por rastreador	16 A por rastreador
Maxima corriente de corto circuito FV	20 A por rastreador	20 A por rastreador
Maxima potencia de carga de salida CC	4000 W por rastreador 5760 W total	4000 W por rastreador 11520 W total
Peso	7,9 kg	13,7 kg
Dimensiones (al x an x p) en mm	440 x 313 x 126	487 x 434 x 146

Fuente: Elaboración Propia

Numero de paneles FV por controlador: El número de paneles FV que puede soportar el controlador de carga, se ha calculado utilizando la siguiente ecuación.

$$N_{pc} = \frac{C_c}{C_p} \dots \dots \dots (29)$$

Donde:

N_{pc} : Numero de paneles FV por controlador

C_c : Capacidad del controlador = 11520W

C_p : Capacidad del panel FV = 600W

Aplicando la ecuación se tiene los siguientes resultados:

Tabla 4.40

Número paneles por controlador, por Comunidad

Parámetro	Und.	CC Lago Valencia	CC NN Palma Real	CC Puerto Pardo	CC NN Sonene
Nº de paneles por Controlador (calculado)	und	19.20	19.20	19.20	19.20
Nº de paneles por Controlador (asumido)	und	18	18	18	18

Fuente: Elaboración Propia

Numero paneles por entrada MPPT del controlador: El controlador seleccionado tiene 4 entradas MPPT, cada una con una potencia máxima de 4000W.

$$N_{pMPPT} = \frac{C_{cMPPT}}{C_p} \dots \dots \dots (30)$$

Donde:

N_{pMPPT} : Numero de paneles FV por MPPT

C_{cMPPT} : Capacidad de entrada de MOOT = 4000W

C_p : Capacidad del panel FV = 600W

Tabla 4.41

Número paneles por MPPT, por Comunidad

Parámetro	Und.	CC Lago Valencia	CC NN Palma Real	CC Puerto Pardo	CC NN Sonene
Número de panel FV por MPPT	und	6.67	6.67	6.67	6.67
Número de panel FV por MPPT	und	6	6	6	6

Fuente: Elaboración Propia

Según los resultados obtenidos, el controlador seleccionado puede soportar en total 18 paneles fotovoltaicos, y cada entrada MPPT puede soportar 6 paneles fotovoltaicos, entonces

solo se utilizará 3 entradas MPPT, por controlador.

Numero de controladores de carga: El número de controladores de carga se calculó utilizando la siguiente ecuación.

$$N_{contr} = \frac{N_{tp}}{N_{pc}} \dots \dots \dots (31)$$

Donde:

N_{contr} : Numero de controladores de carga

N_{tp} : Número total de paneles, según comunidad

N_{pc} : Numero de paneles por controlador

Utilizando la ecuación, se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 4.42

Número controladores de carga, por Comunidad

Parámetro	Und.	CC Lago Valencia	CC NN Palma Real	CC Puerto Pardo	CC NN Sonene
Nº de controladores (calculado)	und	2.67	6.67	3.33	3.00
Nº de controladores (asumido)	und	3	7	4	3

Fuente: Elaboración propia

4.7.2. Dimensionamiento de inversores de potencia

El Inversor de potencia tiene por finalidad entregar la energía demandada por los usuarios del servicio eléctrico, para lo cual recurre al banco de baterías como fuente de almacenamiento energético. En nuestro caso, se ha seleccionado el inversor Victron Energy RS smart450/15000, con una potencia pico de 25000W. Las características técnicas se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4.43*Características técnicas del inversor de potencia seleccionado*

PARAMETROS	48/10000/140	450/15000/200
Marca	Victron Energy	Victron Energy
Rango de tension de entrada (VCC)	38 – 66V	38 – 66V
Salida	Tension de salida: 230	Tension de salida: 230
	VCA ± 2% Frecuencia:	VCA ± 2% Frecuencia:
	50 Hz ± 0,1%	50 Hz ± 0,1%
Potencia cont. de salida a 25°C (VA) (3)	10000	15000
Potencia cont. de salida a 25°C (W)	8000	12000
Potencia cont. de salida a 40°C (W)	6500	10000
Potencia cont. de salida a 65° C (W)	4500	7000
Pico de potencia (W)	20000	25000
Eficacia maxima (%)	96	96

Fuente: Elaboración Propia

Para calcular el número de inversores, se utilizó la siguiente ecuación.

$$N_i = \frac{W_{p-sistema}}{W_{p-inversor}} \dots\dots\dots (32)$$

Donde:

N_i : Numero de inversores

$W_{p-sistema}$: Potencia pico del sistema, según comunidad

$W_{p-inversor}$: Potencia pico del inversor = 25000W

Utilizando la ecuación, se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 4.44*Número inversores, por Comunidad*

Parámetro	Und.	CC Lago Valencia	CC NN Palma Real	CC Puerto Pardo	CC NN Sonene
Numero de inversores (calculado)	und	1.10	2.94	1.45	1.24
Numero de inversores (asumido)	und	2	3	2	2

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizado los cálculos se tiene el siguiente resumen.

Tabla 4.45*Resumen de cantidad de equipamiento para el SFC, por Comunidad*

Equipo	Und.	CC Lago Valencia	CC NN Palma Real	CC Puerto Pardo	CC NN Sonene
Cantidad total de paneles FV	und	48	120	60	54
Cantidad total de baterías	und	36	100	48	40
Cantidad total de controladores	und	3	7	4	3
Cantidad total de inversores	und	2	3	2	2

Fuente: Elaboración propia

4.7.3. Dimensionamiento de los conductores

Para el cálculo de conductores, se tomó en cuenta la longitud de los conductores eléctricos el cual debe ser lo más corto posible para que la caída de tensión este dentro de lo recomendado por las normas vigentes.

- **Corriente máxima tramo Generador Fotovoltaico – Controlador:** La corriente máxima que debe soportar el conductor desde el generador fotovoltaico hasta el controlador de carga, se calculó con la siguiente ecuación.

$$I_{maxP-C} = 1.25 \times I_{sc} \times N_{ramas\ por\ regulador} \dots\dots\dots (33)$$

Donde:

I_{maxP-C} : Corriente máxima tramo generador FV – controlador

I_{sc} : Corriente cortocircuito panel = 13.87A

$N_{ramas\ por\ regulador}$: Numero de ramales en paralelo = 3

Utilizado la ecuación se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 4.46

Corriente máxima tramo generador FV – Controlador

Parámetro	Und.	CC Lago Valencia	CC NN Palma Real	CC Puerto Pardo	CC NN Sonene
Corriente Maxima	A	52.01	52.01	52.01	52.01

Fuente: Elaboración Propia

- **Corriente máxima tramo Controlador – Inversor:** La corriente máxima que debe soportar el conductor desde el controlador de carga hasta el inversor, se calculó con la siguiente ecuación.

$$I_{maxC-I} = \frac{1.25 \times P_{inv}}{V_{trabajo} \times n_i} \dots\dots\dots (34)$$

Donde:

I_{maxC-I} : Corriente máxima tramo controlador – inversor

P_{inv} : Potencia del inversor = 10000W

$V_{trabajo}$: Voltaje del sistema = 48V

n_i : Rendimiento del inversor = 96%

Utilizado la ecuación se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 4.47*Corriente máxima tramo Controlador – Inversor*

Parámetro	Und.	CC Lago Valencia	CC NN Palma Real	CC Puerto Pardo	CC NN Sonene
Corriente Maxima	A	271.27	271.27	271.27	271.27

Fuente: Elaboración Propia

- **Cálculo de la sección de los conductores:** Para determinar la sección mínima de los conductores en cada tramo, se tendrá en cuenta la caída de tensión, según Díaz (2018) la caída de tensión desde el panel al controlador es de 3%, del controlador a las baterías es de 1% y de las baterías al inversor es de 1% del voltaje del sistema. Los cálculos se realizaron según la siguiente formula:

$$S_{cable} = \frac{2 \times L \times I_{max}}{56 \times \Delta V} \dots\dots\dots (35)$$

Donde:

 S_{cable} : Sección mínima del conductor L : Longitud I_{max} : Corriente máxima según tramo ΔV : Caída de tensión

Utilizado la ecuación se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 4.48*Datos para calcular sección del conductor por tramos*

Datos	Und.	CC Lago Valencia	CC NN Palma Real	CC Puerto Pardo	CC NN Sonene
Longitud de conductor (L)					
Tramo panel-controlador	m	7	7	7	7
Tramo controlador-bateria	m	2	2	2	2
Tramo controlador-inversor	m	2	2	2	2
Corriente máxima (Imax)					
Tramo panel-controlador	A	52.01	52.01	52.01	52.01
Tramo controlador-bateria	A	271.27	271.27	271.27	271.27
Tramo controlador-inversor	A	271.27	271.27	271.27	271.27
Caída de tensión permisible (V)					
Tramo panel-controlador (3%)	V	1.44	1.44	1.44	1.44
Tramo controlador-bateria (1%)	V	0.48	0.48	0.48	0.48
Tramo controlador-inversor (1%)	V	0.48	0.48	0.48	0.48

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.49*Sección mínima de conductor por tramos*

Parámetro	Und.	CC Lago Valencia	CC NN Palma Real	CC Puerto Pardo	CC NN Sonene
Sección mínima del conductor					
Tramo panel-controlador	mm2	9.03	9.03	9.03	9.03
Tramo controlador-bateria	mm2	40.37	40.37	40.37	40.37
Tramo controlador-inversor	mm2	40.37	40.37	40.37	40.37

Fuente: Elaboración Propia

4.7.4. Protección contra sobrecorrientes

Para determinar la protección contra sobrecorrientes originadas por sobrecargas o cortocircuitos en cada tramo del sistema fotovoltaico centralizado, se utilizó la siguiente ecuación.

$$I_b \leq I_n \geq I_{adm} \times 1.10 \dots \dots \dots (36)$$

Donde:

I_b : Corriente calculada

I_n : Corriente Nominal del TM

I_{adm} : Corriente máxima admisible del conductor

Utilizado la ecuación se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 4.50

Interruptor de protección por tramos

Parámetro	Und.	CC Lago Valencia	CC NN Palma Real	CC Puerto Pardo	CC NN Sonene
Interruptor de protección por tramos					
Tramo panel-controlador	A	63	63	63	63
Tramo controlador-batería	A	315	315	315	315
Tramo controlador-inversor	A	315	315	315	315

Fuente: Elaboración Propia

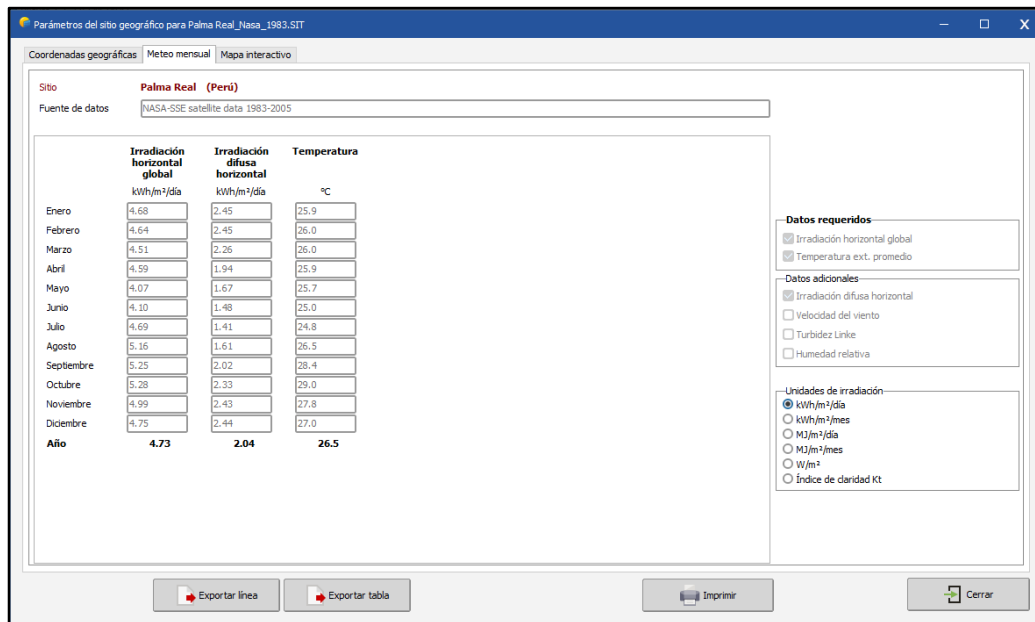
4.8. Simulación del sistema fotovoltaico centralizado

Para validar y corroborar los cálculos obtenidos durante el proceso de diseño del sistema fotovoltaico centralizado, se empleó el software especializado **PVsyst**, ampliamente reconocido a nivel internacional para la simulación, dimensionamiento y análisis de rendimiento de instalaciones solares fotovoltaicas. A continuación, se muestra el proceso de simulación.

En primer lugar, se realizó la ubicación geográfica de la zona de estudio dentro del software PVsyst, con el objetivo de determinar la irradiación solar disponible en el área seleccionada.

Figura 4.14

Ubicación de la zona de estudio en PVsyst

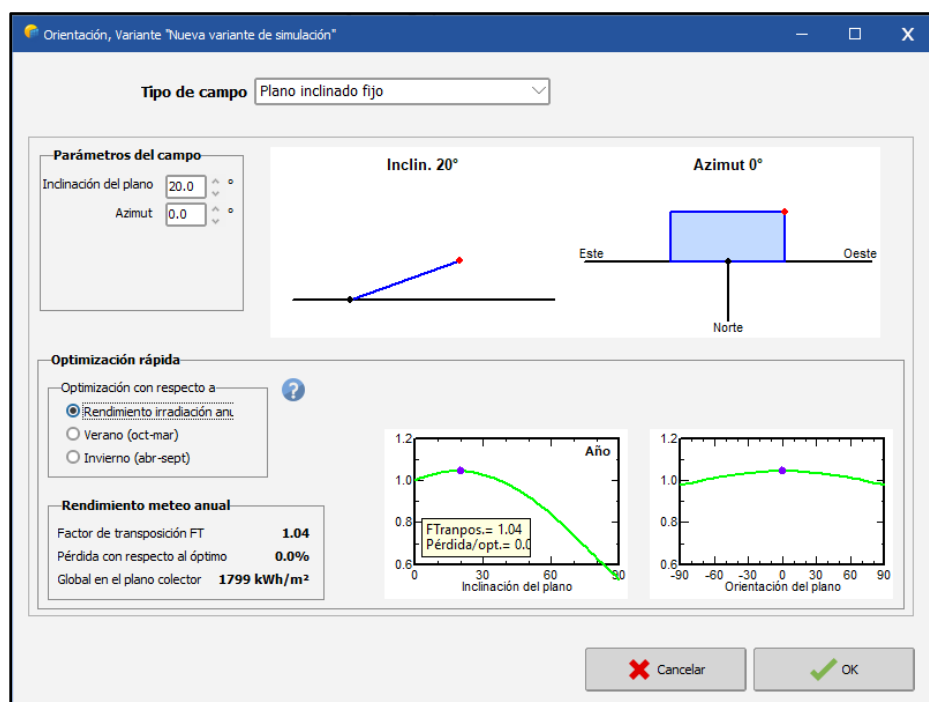


Fuente: Tomado del Software PVsyst

Posteriormente, se determinó el ángulo de inclinación óptimo de los paneles solares, verificando que las pérdidas por orientación fueran mínimas (0.0 % en este caso).

Figura 4.15

Angulo de inclinación óptimo de paneles solares en PVsyst

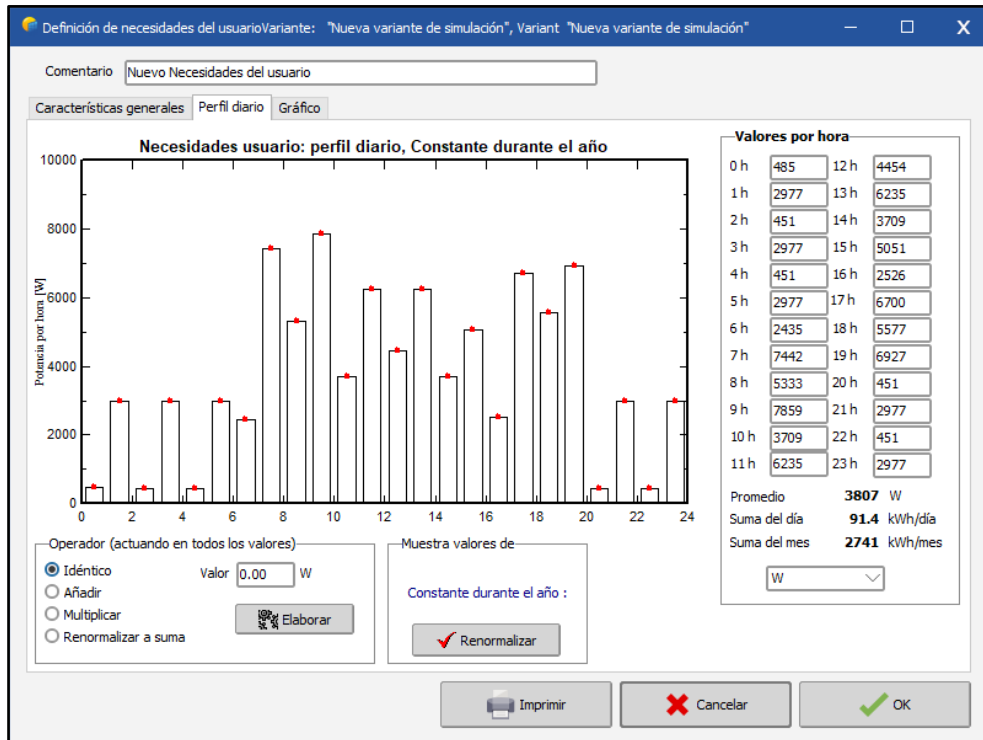


Fuente: Tomado del Software PVsyst

A continuación, se insertó el perfil de demanda diaria, con el propósito de calcular la energía requerida por día.

Figura 4.16

Simulación del Sistema Fotovoltaico Centralizado con PVsyst



Fuente: Tomado del Software PVsyst

Con el perfil de demanda definido, se procedió al dimensionamiento del sistema de almacenamiento, ingresando parámetros como los días de autonomía y la tensión de operación del sistema fotovoltaico centralizado (SFC).

Con estos datos, el software calcula automáticamente la capacidad recomendada del banco de baterías y la potencia fotovoltaica necesaria. En esta etapa se selecciona el tipo de batería según su capacidad y tensión nominal.

El programa estima la cantidad total de baterías requeridas, así como su configuración en serie y en paralelo, considerando parámetros adicionales como la temperatura de la zona, la profundidad de descarga, la eficiencia, y las pérdidas del sistema.

Figura 4.17

Selección de baterías en PVsyst

Necesid. usuario		Perf. diario	Potencia prom.
Procedimiento		Procedimiento	3.81 kW
Paquete de baterías		Procedimiento	9.1 kWh
Generador PV		Procedimiento	2151 Ah
Controlador		Procedimiento	93 kWh

Fuente: Tomado del Software PVsyst

Una vez determinadas las baterías, se calcula la cantidad de paneles fotovoltaicos necesarios y su respectivo arreglo (en serie y en paralelo). Para ello, se selecciona en la base de datos del software el modelo de panel a utilizar, según su potencia pico y tensión nominal. PVsyst calcula automáticamente la cantidad total de módulos y su distribución eléctrica óptima.

Figura 4.18

Selección de paneles fotovoltaicos en PVsyst

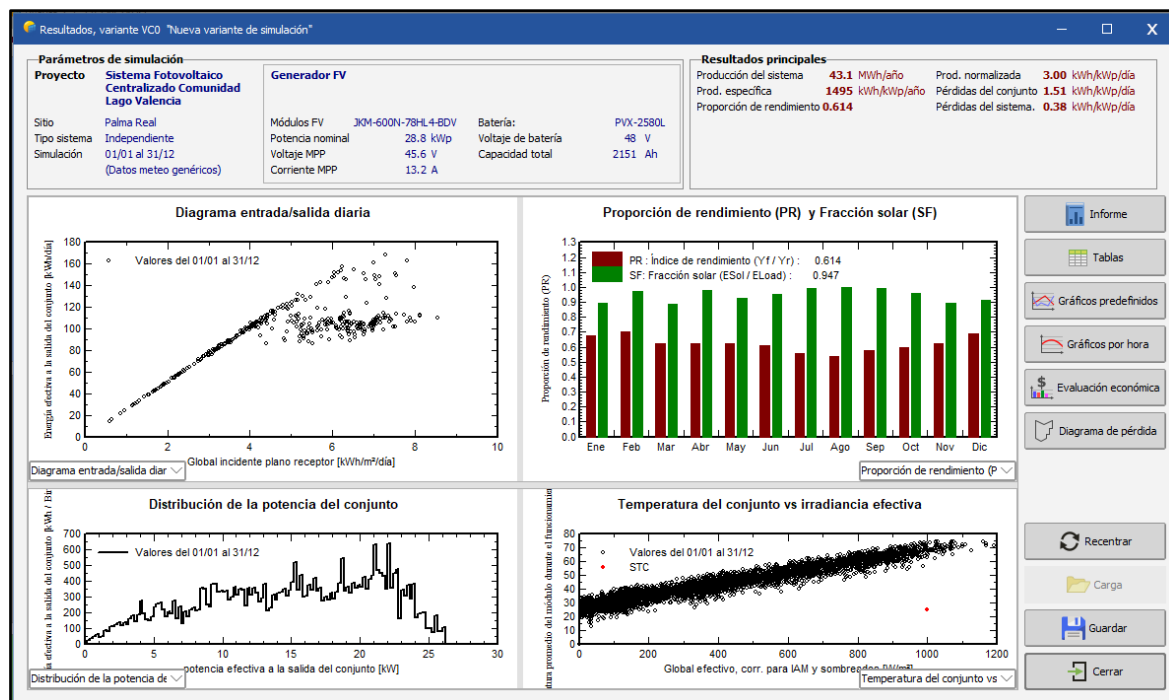
Necesid. usuario		Perf. diario	Potencia prom.
Procedimiento		Procedimiento	9.1 kWh
Paquete de baterías		Procedimiento	2151 Ah
Generador PV		Procedimiento	93 kWh
Controlador		Procedimiento	25.0 kWh

Fuente: Tomado del Software PVsyst

Finalmente, con todos los parámetros ingresados, incluyendo el tipo y cantidad de paneles, el banco de baterías y las condiciones climáticas del sitio, el software ejecuta la simulación completa del sistema fotovoltaico centralizado, generando un informe detallado con los resultados técnicos obtenidos.

Figura 4.19

Simulación de resultados en PVsyst



Fuente: Tomado del Software PVsyst

4.9. Diseño de la red de distribución y alumbrado publico

4.9.1. Diseño de la red de distribución de baja tensión

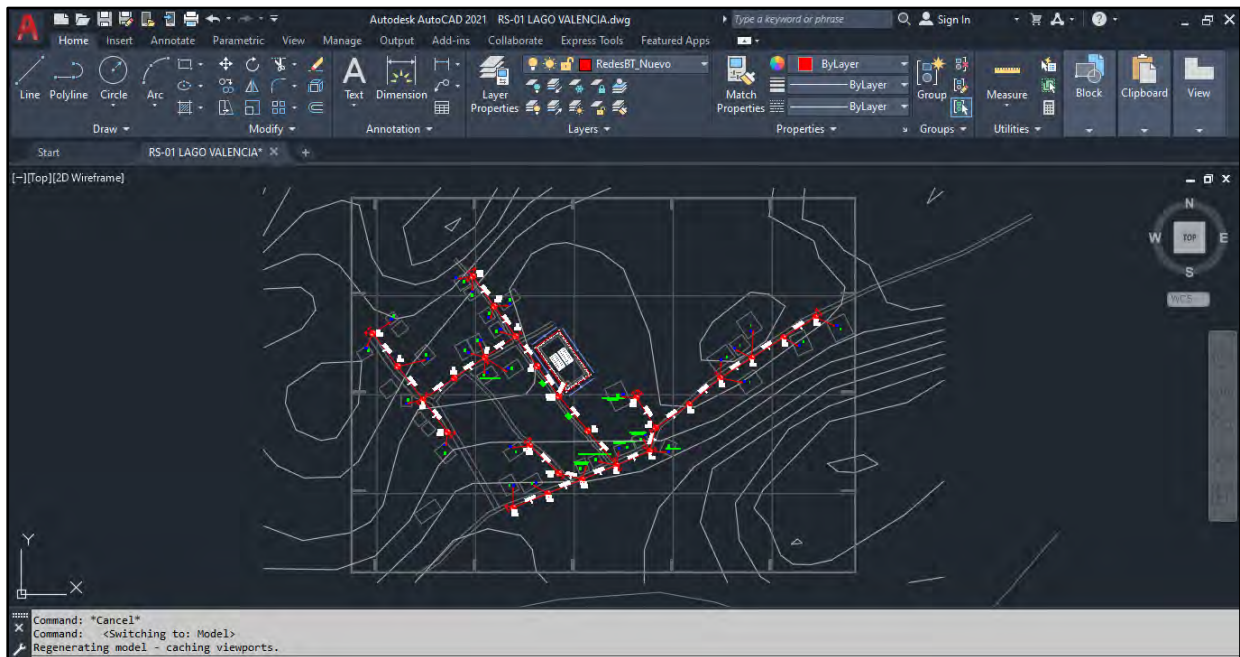
Las redes de distribución en baja tensión, permitirán el suministro de energía eléctrica a los actuales y futuros usuarios de las cuatro comunidades nativas del rio Bajo Madre de Dios, en nivel de tensión de 220V a una frecuencia de 60Hz monofásico.

Estas redes están diseñadas desde la salida del sistema de generación eléctrica fotovoltaica hasta el punto de empalme de las acometidas domiciliarias y de cargas especiales.

El diseño de la red de distribución se realizó en base a lo establecido en la norma técnica MINEM DGE 031 (2003). Las redes de distribución de han dibujado usando el software de AutoCAD.

Figura 4.20

Plano de red secundaria elaborado en AutoCAD



Fuente: Tomado del Software AutoCAD

4.9.2. Cálculo de alumbrado publico

Para el servicio de alumbrado público se utilizó lámparas fotovoltaicas autónomas individuales, dotadas de sus propios controladores tipo fotocelda. Esto para reducir el dimensionamiento del SFC, aspectos económicos, costos de mantenimiento y costos en baterías. El número de puntos de iluminación se calculó en base a la Norma técnica MINEM DGE 031 (2003).

$$CMAP = KALP \times NU..... (37)$$

Donde:

CMAP : Demanda mensual AP (kWh)

KALP : Sector típico SER = 6.3

NU : Número de usuarios por comunidad año 0

Utilizado la ecuación se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 4.51

Demanda mensual AP, por comunidad

Parámetro	Und.	CC Lago Valencia	CC NN Palma Real	CC Puerto Pardo	CC NN Sonene
Demanda mensual AP	kWh	138.60	510.30	207.90	170.10

Fuente: Elaboración Propia

Para calcular el número de luminarias se utilizó la siguiente ecuación.

$$PI = \frac{(CMAP \times 1000)}{(NHMAP \times PPL)} \dots \dots \dots (38)$$

Donde:

PI : Puntos de iluminación

CMAP : Demanda mensual AP (kWh)

NHMAP : Tiempo mensual = 12x30 = 360

PPL : Potencia unitaria de AP más pérdidas = 50+5 = 55W

Utilizado la ecuación se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 4.52

Cantidad de AP, por comunidad

Parámetro	Und.	CC Lago Valencia	CC NN Palma Real	CC Puerto Pardo	CC NN Sonene
Puntos de iluminación	und	7	26	11	9

Fuente: Elaboración Propia

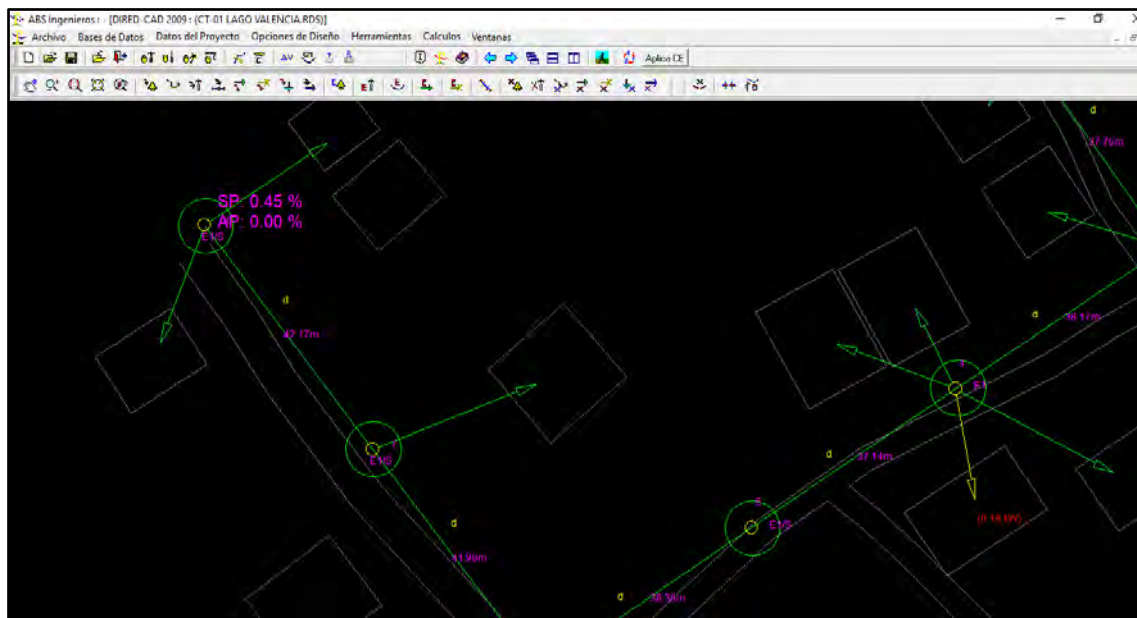
4.9.3. Cálculo de caída de tensión y pérdidas de distribución

Para calcular la caída de tensión y las pérdidas de distribución, se ha utilizado el software DIREC CAD, el cual permite realizar dichos cálculos de forma sencilla.

Según la Norma técnica MINEM DGE 031 (2003) “para zonas rurales la caída máxima de tensión entre la subestación de distribución y el extremo terminal más alejado de la red no deberá exceder el 7,0 % de la tensión nominal”. Los resultados se muestran en el capítulo de Resultados de la investigación.

Figura 4.21

Cálculo de caída de tensión elaborado en DIREC CAD



Fuente: Tomado del Software DIREC CAD

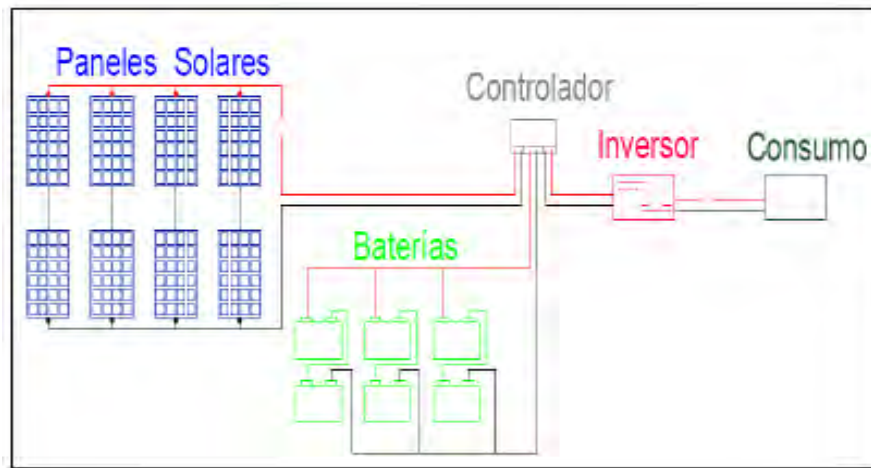
4.10. Simulación en MATLAB/SIMULINK del Sistema Fotovoltaico Centralizado

Esta sección se centra en diseñar y simular mediante la herramienta Matlab/Simulink un SFVC aislado, que entrega la salida necesaria para alimentar cargas AC, haciendo énfasis en modelos y diseños del conversor DC-DC y el inversor DC-AC. Para esta simulación se ha tomado en consideración la comunidad de Palama Real.

En la Figura 4.22 se muestra un esquema general de la conexión de los equipos del sistema fotovoltaico de la localidad de Palma Real.

Figura 4.22

Representación gráfica de un sistema fotovoltaico centralizado



Fuente: Tomado de Cardozo Piña, 2014

En función del Esquema general mostrado anteriormente, se realizó una simulación mediante el programa Simulink de Matlab, dicha simulación se adjunta en formato slx. De igual forma se adjunta el detalle en el Anexo.

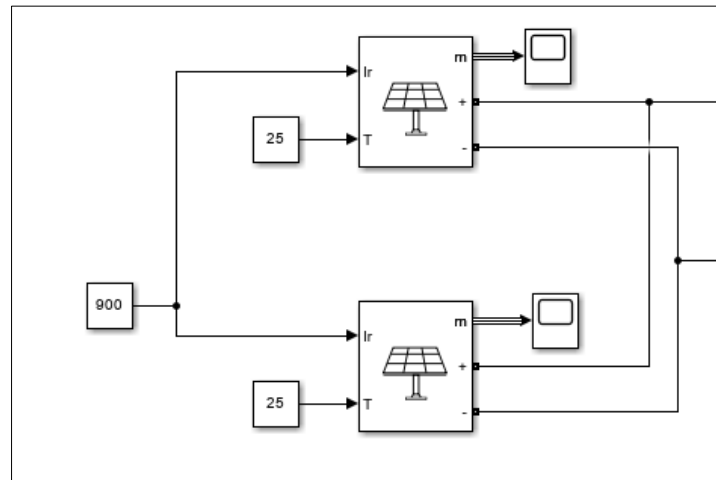
A continuación, se describe los equipos utilizados para la simulación:

a) Panel Fotovoltaico

El bloque PV array, representa los paneles fotovoltaicos en el programa Simulink, tiene dos variables de entrada I_r (Irradiancia en W/m^2) y T (Temperatura en $^{\circ}C$), de igual forma en sus propiedades permite seleccionar una variedad de paneles comerciales o dimensionar un panel nuevo, de igual forma permite poner la cantidad de paneles a conectarse en serie o paralelo.

Figura 4.23

Diagrama de bloques – conexión panel solar



Fuente: Elaboración propia utilizando Matlab / Simulink

Figura 4.24

Datos de entrada panel solar

PV array (mask) (link)

Implements a PV array built of strings of PV modules connected in parallel. Each string consists of modules connected in series. Allows modeling of a variety of preset PV modules available from NREL System Advisor Model (Jan. 2014) as well as user-defined PV module.

Input 1 = Sun irradiance, in W/m², and input 2 = Cell temperature, in deg.C.

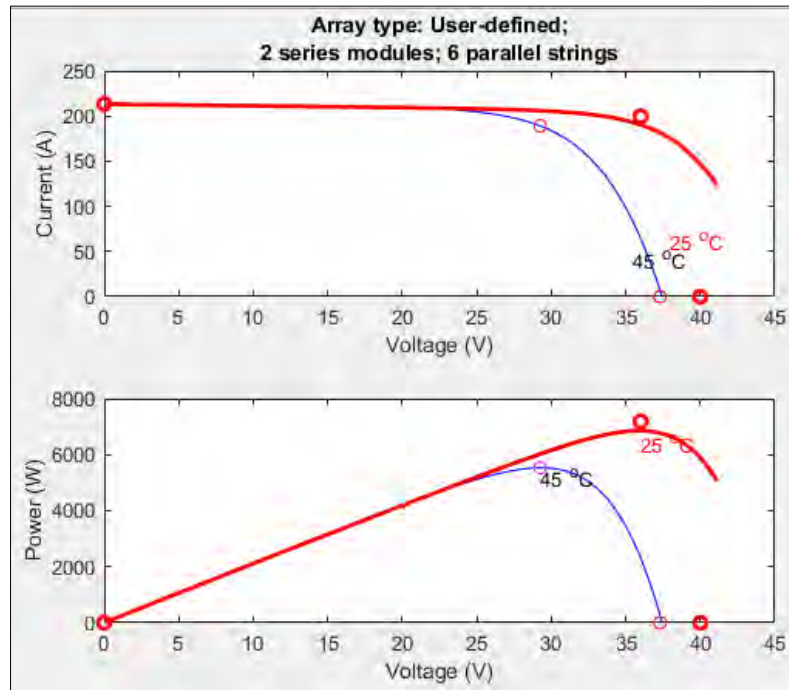
Parameters	Advanced
Array data	
Parallel strings	6
Series-connected modules per string	2
Module data	
Module:	User-defined
Maximum Power (W)	598.68
Cells per module (Ncell)	60
Open circuit voltage Voc (V)	20
Short-circuit current Isc (A)	35.57
Voltage at maximum power point Vmp (V)	18
Current at maximum power point Imp (A)	33.26
Temperature coefficient of Voc (%/deg.C)	-0.3372
Temperature coefficient of Isc (%/deg.C)	0.0344
Model parameters	
Light-generated current IL (A)	35.5701
Diode saturation current IO (A)	1e-05
Diode ideality factor	1.95635
Shunt resistance Rsh (ohms)	15.5848
Series resistance Rs (ohms)	0.018075

Display I-V and P-V characteristics of ...
array @ 1000 W/m² & specified temperatures
T_cell (deg. C) [45 25] [45,25] :
Plot

Fuente: Elaboración propia utilizando Matlab / Simulink

Figura 4.25

Características del panel solar



Fuente: Elaboración propia utilizando Matlab / Simulink

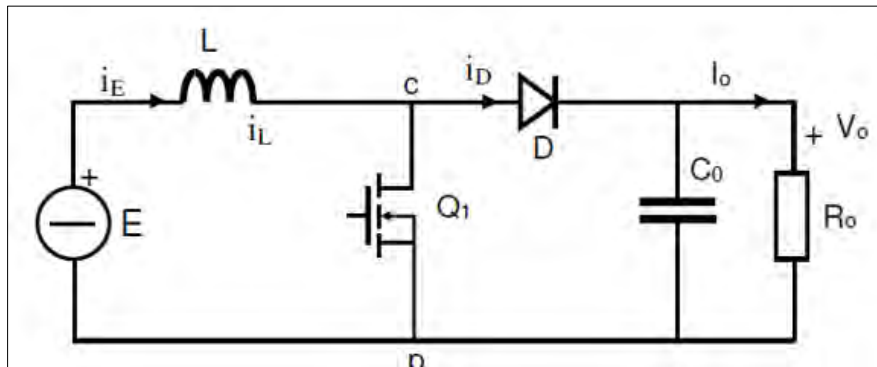
b) Controlador MTTP – Elevador Boost

El esquema de este convertidor es mostrado en la Figura que se caracteriza porque la tensión de salida es mayor que la tensión de entrada, de la misma polaridad y no está aislada de la entrada. En este caso cuando el transistor conduce, la tensión E se aplica al inductor y el diodo queda inversamente polarizado (bloqueado) y la carga queda alimentada por el condensador.

La energía es acumulada en la bobina, la cual será luego enviada al condensador y a la carga cuando el transistor se desconecte. En la figura 1.11 se muestran las formas de onda de tensión y corriente del convertidor elevador, la corriente de salida I_o es siempre discontinua, mientras que la corriente de entrada puede ser continua o discontinua presentando dos modos de operación.

Figura 4.26

Circuito controlador MPPT



Fuente: Elaboración propia utilizando Matlab / Simulink

La tensión de salida V_o se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$V_o = E * \left(\frac{1}{1-\delta} \right) \dots \dots \dots (39)$$

Donde:

V_o : Tensión de salida.

E : Tensión de entrada.

δ : Ciclo útil.

Por consiguiente, la tensión E , representa la tensión generada por los paneles fotovoltaicos, y la tensión V_o deseada será de 48V, entonces delta será.

$$\delta = \frac{V_o - E}{V_o} = \frac{49 - 45V}{49} = 0.0816$$

El valor de la inductancia L se calcula con la siguiente ecuación:

$$L = \frac{T_s * E * \delta}{\Delta I} \dots \dots \dots (40)$$

Donde ΔI será,

$$\Delta I = r * I_o = 4.82A$$

r : rizado de corriente.

I_o : corriente en la carga.

F_s la frecuencia de conmutación 40KHz, por lo tanto, $T_s = 1/F_s$.

Entonces $L = 190.23\text{mh}$.

Por otro lado, el valor de la capacitancia C , será igual a,

$$C = \frac{\Delta I * T_s}{8 * \Delta V_c} \dots \dots \dots (41)$$

ΔV_c : Rango de variación de tensión

R_v : Rizado de tensión

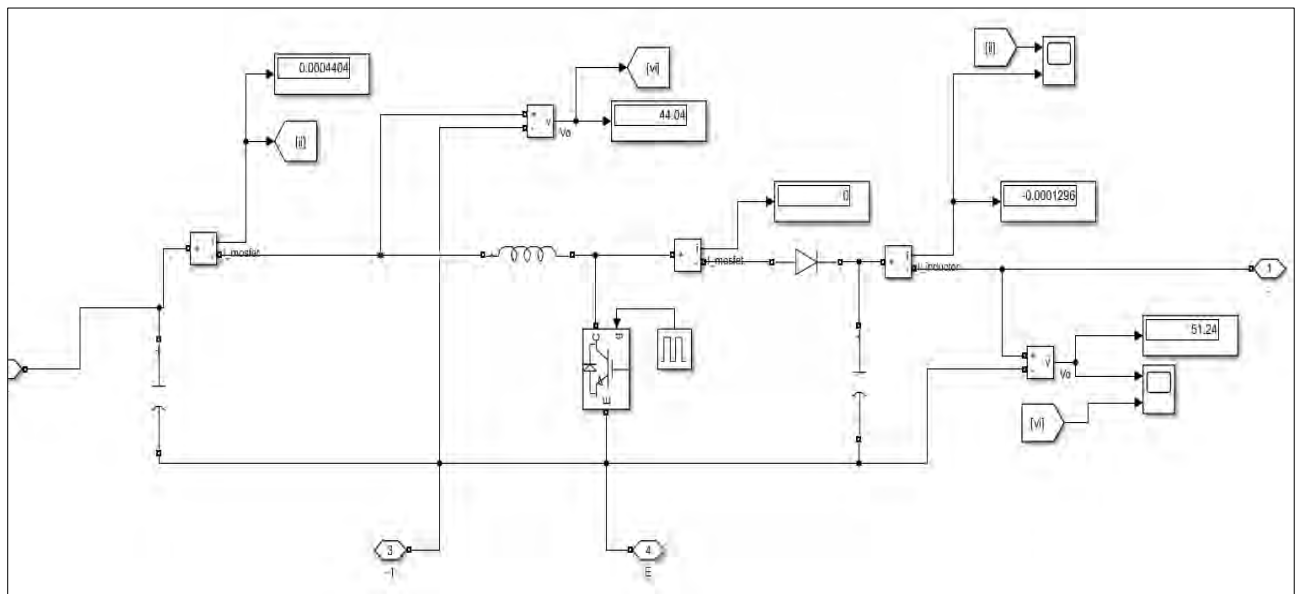
$$\Delta V_c = r_v * V_o = 0.2\% * 49 = 0.098V$$

Entonces el resultado será $C = 153.9\mu F$,

En la Figura 4.27 se muestra el diseño de bloques en simulink del circuito Elevador Boost.

Figura 4.27

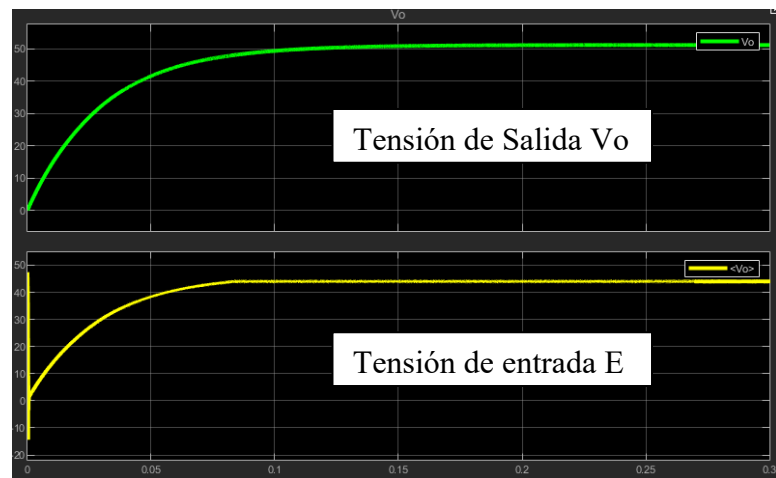
Circuito elevador de voltaje Boost



Fuente: Elaboración propia utilizando Matlab / Simulink

Figura 4.28

Tensión de entrada y salida



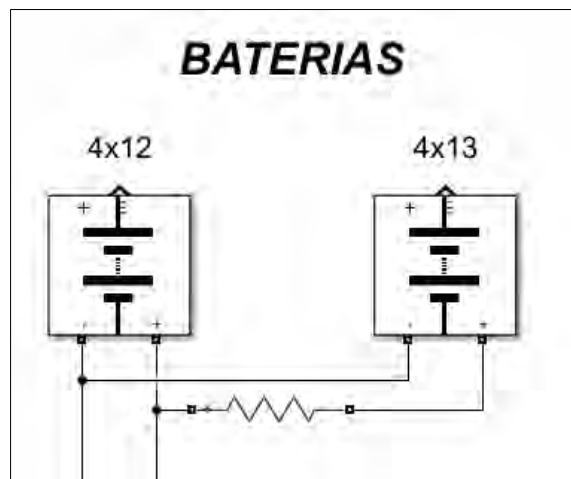
Fuente: Elaboración propia utilizando Matlab / Simulink

c) Baterías

Se dimensionaron las baterías, donde un solo bloque representa 48 baterías (en serie de 4 y paralelo 12), y otro bloque de 52 baterías (en serie de 4 y paralelo de 13)

Figura 4.29

Conexión de baterías – Simulink



Fuente: Elaboración propia utilizando Matlab / Simulink

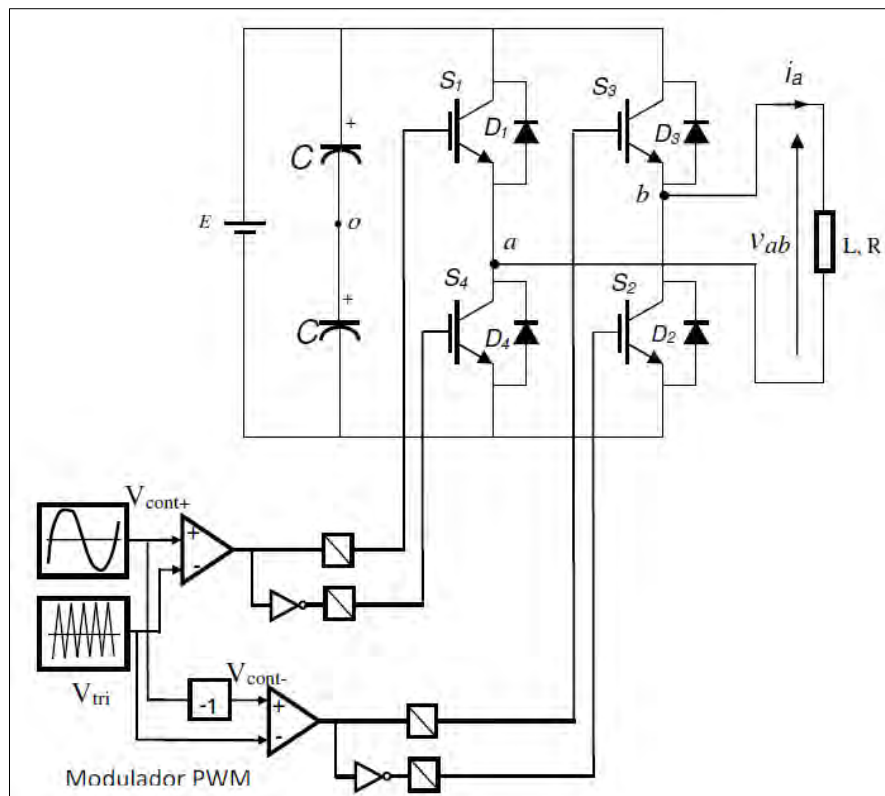
d) Inversor – Elevador

Los inversores convierten la tensión o corriente continua en tensión o corriente alterna de amplitud y frecuencia variables. Estos se clasifican en inversores fuente de tensión y

fuente de corriente en el sentido de que la fuente que está conectada a la entrada del inversor sea una fuente de tensión o corriente, como se muestra en la Figura. Los inversores fuente de tensión son implementados generalmente usando tecnologías de llaves de potencia como MOSFETS, IGBT o GTO mientras que en los inversores fuente de corriente se puede emplear tecnologías como tiristores o GTO para aplicaciones de gran potencia (MW). Los inversores pueden ser monofásicos trifásicos o polifásicos generando ondas de tensión o corriente bipolar y permitiendo flujo de potencia bidireccional, es decir, el flujo de potencia activa puede fluir de los terminales DC hacia los terminales AC o de los terminales AC hacia los terminales DC. En la Figura 4.30 se muestra el circuito de inversor.

Figura 4.30

Circuito del inversor



Fuente: Elaboración propia utilizando Matlab / Simulink

De la Figura mostrada anteriormente, se observa un bloque modulador PWM, el cual se describe a continuación.

- **Señal PWM**

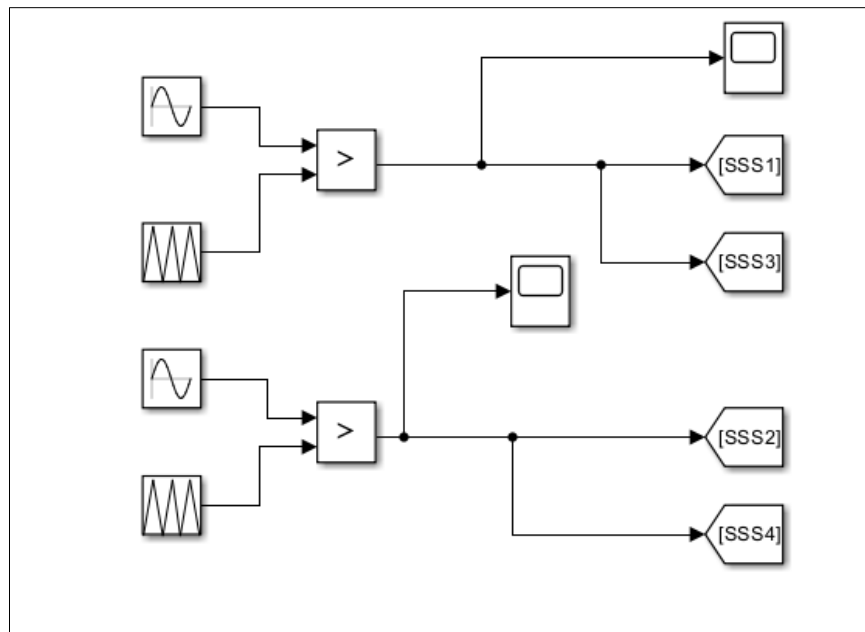
Con esta técnica se logra el control de la tensión, frecuencia y distorsión de la corriente de salida del inversor. Los métodos de modulación se pueden dividir en realimentados y no realimentados. Entre los métodos no realimentados se puede mencionar:

- La modulación senoidal natural SPWM (analógico).
- La modulación senoidal por muestreo regular simétrico y asimétrico (digital).
- La modulación por eliminación selectiva de armónicos. SHEPWM.
- La modulación por vector espacial SVPWM.
- La modulación por técnicas de Optimización.

El circuito de mando para generar la señal PMW se describe en la figura 4.31.

Figura 4.31

Señal de control PMW

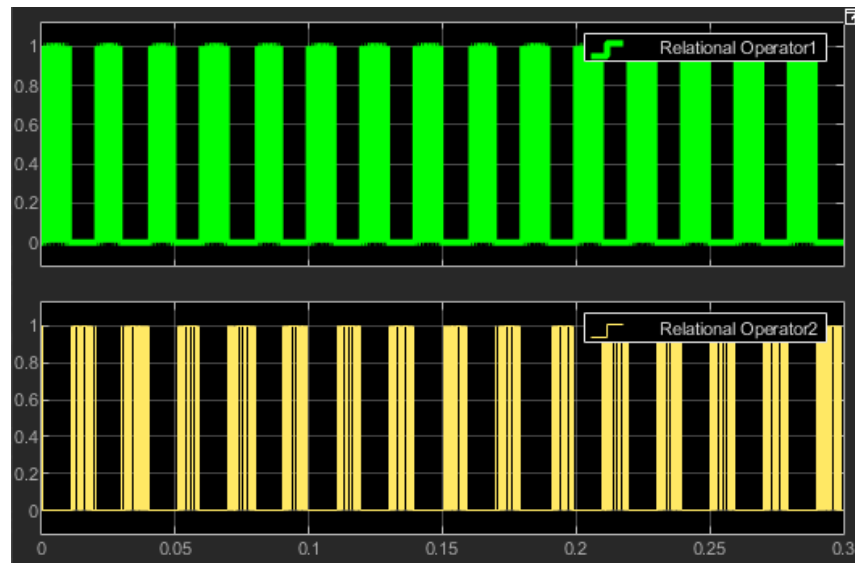


Fuente: Elaboración propia utilizando Matlab / Simulink

Las señales obtenidas SSS1 y SSS3 controlan las llaves S1 y S3 del inversor, y por otro lado las señales SS2 y SSS3 controlan las llaves S2 y S4 del inversor.

Figura 4.32

Señal verde (control S1 y S3), señal amarilla (control S2 y S4)

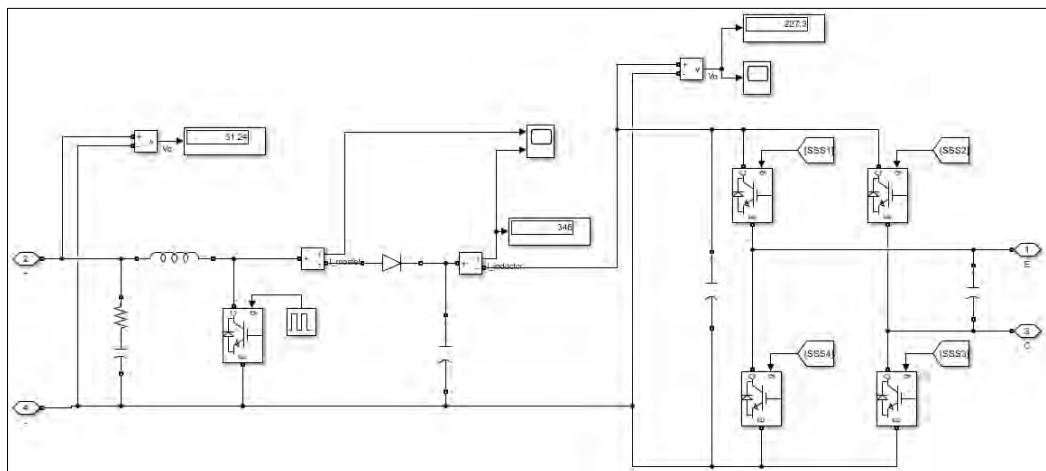


Fuente: Elaboración propia utilizando Matlab / Simulink

Por otro lado, para el modelamiento del Inversor elevador, primeramente, se elevó la tensión de 48V a 220V (DC/DC) mediante un boost, en el cual se realizó el dimensionamiento similar a lo indicado anteriormente, resultado el valor de $\delta = 0.7719$ posteriormente este se conecta al inversor el cual es controlado con la señal PWM para crear una salida sinusoidal en 220V AC, en la siguiente Figura se muestra el diagrama de bloques.

Figura 4.33

Señal verde (control S1 y S3), señal amarilla (control S2 y S4)



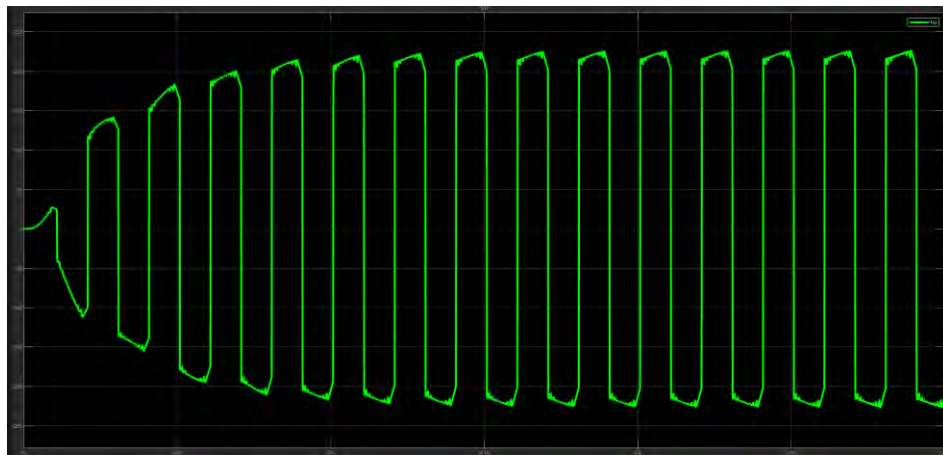
Fuente: Elaboración propia utilizando Matlab / Simulink

- Señales de salida del inversor

Como se observa en las Figura siguientes, se muestra la señal convertida de DC a AC, y de la igual forma se muestra el valor RMS del a tensión que tiene un valor de 220V aproximado.

Figura 4.34

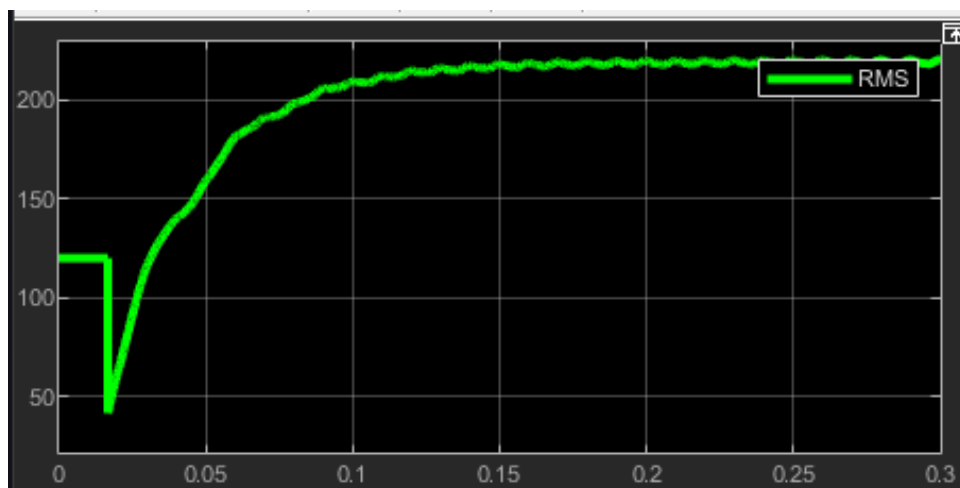
Tensión de salida del inversor, señal convertida de DC/AV



Fuente: Elaboración propia utilizando Matlab / Simulink

Figura 4.35

Tensión de salida del rectificador valor RMS

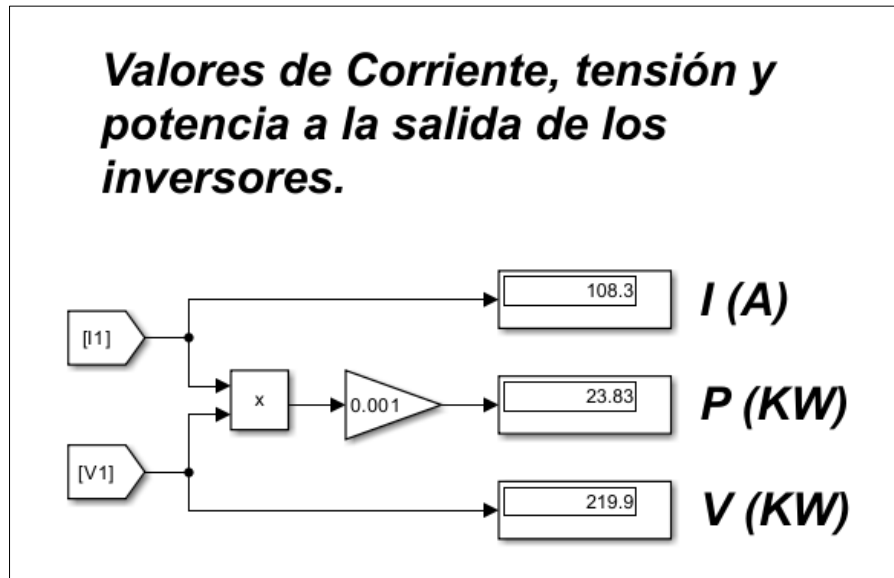


Fuente: Elaboración propia utilizando Matlab / Simulink

Los valores de tensión, corriente y potencia mostrado a continuación corresponden a los valores dimensionados en el sector de Palma Real.

Figura 4.36

Potencia consumida – Palma Real



Fuente: Elaboración propia utilizando Matlab / Simulink

4.11. Evaluación económica

4.11.1. Definición de los objetivos y alcances de la evaluación económica

El primer paso consiste en delimitar con precisión que se va a evaluar y bajo qué condiciones. En esta etapa se establecieron los parámetros económicos generales del análisis, que servirán de base para todos los cálculos.

- **Objetivo del Estudio:** Determinar la viabilidad económica del sistema fotovoltaico propuesto para cuatro comunidades nativas del río bajo madre de Dios.
- **Tipo de Evaluación:** Económica a precios sociales, ya que el proyecto busca beneficiar a las comunidades rurales con acceso limitado a la energía.
- **Horizonte de evaluación:** 20 años (vida útil promedio de los paneles solares).
- **Año base:** 2025.

- **Moneda de trabajo:** Soles.
- **Tasa de descuento:** 8 %, según la tasa social de descuento recomendada por el MEF.
- **Inflación esperada:** 3% anual (promedio histórico del BCRP).
- **Datos de población y demanda:** población beneficiada, tasa de crecimiento anual, número de habitantes por vivienda, demanda unitaria, etc.

Tabla 4.53

Datos de población y demanda

Poblacion Electrica Beneficiada	182	Clientes
Crecimiento Anual de la Poblacion	3.6%	
Poblacion por vivienda	4.01	Habitantes
% de Clientes Domestico	90.00%	
% de Clientes Comerciales	0.00%	
% de Clientes Usos Generales	10.00%	
% de Clientes Pequeñas Industrias	0.00%	
Consumo Inicial Mensual - Domestico	30.1	kW.h/cliente
Consumo Inicial Mensual - Comercial	0	kW.h/cliente
Consumo Inicial Mensual - Usos Generales	120.4	kW.h/cliente
Consumo Inicial Mensual - Industrial	0	kW.h/cliente
Tasa de crecimiento del consumo	1.10%	
Factor de Carga	74.00%	
Perdidas de Energia	2.00%	
kalp Sector Tipico SER	6.3	kW.h/cliente
Potencia de alumbrado + perdidas por reactor	0	W
Numero de luminarias	0	Unidades

Fuente: Elaboración Propia

4.11.2. Identificación de costos del proyecto

En este paso se cuantificaron los gastos necesarios para implementar y operar el sistema fotovoltaico centralizado. Entre ellos tenemos la inversión inicial y los costos de operación y mantenimiento.

Inversión inicial: Incluye el costo de todos los componentes físicos y logísticos, entre ellos tenemos costos del equipamiento y materiales necesarios para el Sistema Fotovoltaico Centralizado y redes secundarias, costos de estructuras, costos de mano de obra, costos de

transporte fluvial, costos de estudios y permisos, costos de capacitación y puesta en marcha. Para ello se ha elaborado un presupuesto referencial del proyecto, considerando todos los aspectos mencionados. El detalle del metrado y presupuesto se muestran en los anexos.

Tabla 4.54

Presupuesto Referencial del proyecto

RESUMEN DE PRESUPUESTO CON IGV				
DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024				
ITEM	DESCRIPCION	RED PRIMARIA	RED SECUNDARIA	TOTAL S/.
A	SUMINISTRO DE MATERIALES	1,234,451.44	344,925.48	1,579,376.92
B	MONTAJE ELECTROMECANICO	276,686.78	176,747.33	453,434.10
C	OBRAS CIVILES	308,750.10	-	308,750.10
D	TRANSPORTE DE MATERIALES	37,033.54	10,347.76	47,381.31
E	COSTO DIRECTO (A+B+C+D+E)	1,856,921.87	532,020.57	2,388,942.44
F	GASTOS GENERALES	185,692.19	53,202.06	238,894.24
G	UTILIDAD	92,846.09	26,601.03	119,447.12
H	PRESUPUESTO TOTAL CON IGV (G+H+I)	2,135,460.15	611,823.66	2,747,283.80

Fuente: Elaboración Propia

Costos de operación y mantenimiento: Se ha considerado los gastos anuales para asegurar el funcionamiento del sistema. Entre ellos costos de mantenimiento preventivo, costos del personal técnico, costos de seguros y repuestos, costos de viajes y gestión. El costo de operación y mantenimiento considerado es el **2%** del costo de la inversión inicial.

Tabla 4.55

Costos incrementales a precios sociales

DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024							
RUBRO	COMPONENTE	factor de Correccion	2025 0	2030 5	2035 10	2040 15	2045 20
A	INVERSION		2,169,039.61				
2	Costo Directo		1,867,925.36				
2.1	Sistema fotovoltaico centralizado		1,453,434.00				
2.1.1	Suministro de Materiales	0.8475	1,046,197.60				
2.1.2	Montaje y obras civiles		375,850.48				
2.1.2.1	Mano de obra calificada	0.7900	277,497.08				
2.1.2.2	Mano de obra no calificada	0.4200	98,353.40				
2.1.3	Transporte	0.8475	31,385.93				
2.2	Red Secundaria		414,491.36				
2.2.1	Suministro de Materiales	0.8475	292,324.35				
2.2.2	Montaje Electromecanico		113,471.78				
2.2.2.1	Mano de obra calificada	0.7900	83,778.23				
2.2.2.2	Mano de obra no calificada	0.4200	29,693.55				
2.2.3	Transporte	0.8403	8,695.23				
3	Gastos generales y Utilidad	0.8403	301,114.25				
B	COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (S/.)			75,214.52	82,678.31	92,086.67	103,946.23
1	Compra de Energia y Potencia en Barra	0.8475		28,648.06	36,111.85	45,520.21	57,379.77
2	Costo de Operación y Mantenimiento	0.8475		46,566.46	46,566.46	46,566.46	46,566.46
C	TOTAL COSTO DEL PROYECTO		2,169,039.61	75,214.52	82,678.31	92,086.67	103,946.23
D	COSTOS SIN PROYECTOS		-	-	-	-	-
1	Compra de Energia y Potencia en Barra	0.8475		-	-	-	-
2	Costo de Operación y Mantenimiento	0.8475		-	-	-	-
E	TOTAL COSTO INCREMENTALES		2,169,039.61	75,214.52	82,678.31	92,086.67	103,946.23

Fuente: Elaboración Propia

4.11.3. Identificación de beneficios económicos

La evaluación económica se realizará a precios sociales, para lo cual se han considerado beneficios económicos sociales, tales como iluminación, refrigeración, radio y televisión. Según la directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública, los beneficios económicos anuales de la electricidad para la región selva son:

Tabla 4.56

Beneficios económicos sociales

Beneficios economicos de la Electricidad (anuales)				
REGION		ILUMINACION	RADIO Y TELEVISION	REFRIGERACION
		S/.	S/.	S/.
SIERRA		710.88	271.43	0.00
SELVA		820.45	260.12	623.10
COSTA		556.32	401.22	1037.24

Fuente: Tomado de Directiva General del Sistema Nacional de Inversión publica

Tabla 4.57

Beneficios incrementales a precios sociales

BENEFICIOS INCREMENTALES (A PRECIOS SOCIALES)						
DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024						
ITEM	N° AÑO	0 2025	5 2030	10 2035	15 2040	20 2045
1	SITUACION CON PROYECTO					
	Beneficio por Iluminación	-	172,013.50	205,286.93	244,996.61	292,387.54
	Beneficio Radio y Televisión	-	54,536.11	65,085.30	77,675.08	92,700.16
	Beneficio refrigeracion	-	130,637.59	155,907.47	186,065.44	222,057.01
	Por kWh Adicionales	-	-	-	-	-
	TOTAL VENTAS DE ENERGIA		357,187.20	426,279.71	508,737.13	607,144.71
2	SITUACION SIN PROYECTO					
	Beneficio Economico Sin Proyecto		-	-	-	-
	TOTAL BENEFICIOS SIN PROYECTO		-	-	-	-
3	BENEFICIOS INCREMENTALES		357,187.20	426,279.71	508,737.13	607,144.71

Fuente: Elaboración Propia

4.11.4. Elaboración de flujo de caja

El flujo de caja se ha realizado para proyectar entradas y salidas de dinero a lo largo de los 20 años de proyección.

Tabla 4.58

Flujo de caja del proyecto

VALOR ACTUAL DE BENEFICIOS NETOS (A PRECIOS SOCIALES)						
DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024						
ITEM	A PRECIOS SOCIALES	BENEFICIOS NETOS TOTALES				
		0	5	10	15	20
1	BENEFICIOS INCREMENTALES	-	357,187.20	426,279.71	508,737.13	607,144.71
2	COSTOS INCREMENTALES	2,169,039.61	76,350.34	84,110.06	93,891.44	106,221.20
3	BENEFICIOS NETOS TOTALES	-2,169,039.61	280,836.86	342,169.66	414,845.70	500,923.51
	BENEFICIOS NETOS	-2,169,039.61	280,836.86	342,169.66	414,845.70	500,923.51

Fuente: Elaboración Propia

4.11.5. Cálculo de indicadores económicos

Para determinar si es proyecto es rentable, se ha calculado los indicadores económicos como VAN, la TIR y el Costo/Beneficio.

4.11.5.1. Cálculo del VAN Social

El Valor Actual Neto (VAN) se calculó utilizando la siguiente ecuación.

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+r)^t} - I_0 \dots\dots\dots (42)$$

Donde:

F_t : Flujo de caja neto en el periodo t (en t=0, suele ser negativo por la inversión inicial)

r : Tasa de descuento (o coste de oportunidad del capital)

t : Periodo de tiempo (0, 1, 2, ..., n)

n : Número total de periodos

I_0 : Inversión inicial (si no se incluye ya como F_0)

Interpretación:

Si el VAN > 0, la inversión genera valor;

Si el VAN < 0, destruye valor; y

Si el VAN = 0, es indiferente.

4.11.5.2. Cálculo de la TIR Social

La TIR (Tasa Interna de Retorno) se calculó utilizando la siguiente ecuación.

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t} \dots\dots\dots (43)$$

Donde:

F_t : Flujo de caja en el periodo t (puede incluir inversión inicial negativa en t=0)

n : Número total de periodos

TIR : Tasa que buscamos

4.11.5.3. Cálculo del índice Beneficio/Costo (B/C)

El índice Beneficio/Costo (B/C) se calculó utilizando la siguiente ecuación.

$$B/C = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}} \dots\dots\dots (44)$$

Donde:

B_t : Beneficios (ingresos) en el periodo t

C_t : Costos en el periodo t

r : Tasa de descuento

n : Número total de periodos del proyecto

Interpretación:

$B/C > 1 \rightarrow$ El proyecto es rentable (beneficios superan costos).

$B/C = 1 \rightarrow$ El proyecto es indiferente.

$B/C < 1 \rightarrow$ El proyecto no es rentable.

4.11.5.4. Resultados del cálculo de los indicadores económicos

Para el cálculo de los indicadores económicos se ha empleado una hoja de cálculo en Microsoft Excel, en la cual se formularon las ecuaciones necesarias para determinar los principales indicadores de rentabilidad del proyecto, tales como el Valor Actual Neto (VAN Social), la Tasa Interna de Retorno (TIR Social) y la Relación Beneficio–Costo (B/C).

Tabla 4.59

Indicadores de rentabilidad obtenidos

INDICADORES	SOCIALES
TASA DE DESCUENTO	8%
MONTO DE INVERSION	2,169,039.61
VAN(S/.)	1,005,804.53
TIR(%)	12.92%
B/C	2.27

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con los resultados mostrados en la tabla anterior, el proyecto presenta un Valor Actual Neto positivo y una Tasa Interna de Retorno superior a la tasa social de descuento, además de una relación Beneficio–Costo mayor que uno, lo cual demuestra que el sistema fotovoltaico centralizado es socialmente rentable y económicamente viable bajo las condiciones establecidas para el presente estudio.

4.11.5.5. Determinación del factor de planta

Para calcular el factor de carga, se consideró como rango de tiempo a 1 día entero usando la siguiente ecuación.

$$Factor_{planta} = \frac{energía\ consumida\ diaria}{energía\ consumida\ a\ máxima\ potencia} \dots\dots\dots (45)$$

Utilizando la ecuación se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 4.60

Factor de planta por comunidad

Parámetro	Und.	CC Lago	CC NN	CC Puerto	CC NN
		Valencia	Palma Real	Pardo	Sonene
Factor de planta	%	48.44%	38.53%	43.63%	46.04%

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO V

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Resultados

- Para el cálculo de la demanda máxima se realizó una evaluación de los artefactos eléctricos necesarios de uso doméstico y de uso colectivo, para luego calcular la energía eléctrica máxima diaria actual, y luego proyectarla al año 20, el cual es el horizonte del proyecto. Para ello se ha utilizado la tasa de crecimiento poblacional aplicado a estas comunidades. Los resultados de la demanda máxima se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5.1

Demanda máxima calculado por comunidad

Parámetro	Unidad	Lago Valencia	CC NN Palma Real	Puerto Pardo	CC NN Sonene
Demanda instalada (año 20)	kW	7.859	26.329	11.435	9.266
Demanda energía (año 20)	kWh/día	91.364	243.449	119.737	102.383

Fuente: Elaboración Propia

- Del diseño del sistema fotovoltaico centralizado se obtuvo como resultado los diagramas unifilares (arreglo fotovoltaico), planos de redes secundarias y el cálculo de la caída de tensión. Donde se indican los equipamientos y materiales necesarios para suministrar energía eléctrica a los pobladores de las cuatro comunidades nativas del Rio Bajo de Dios. Estos equipamientos y materiales están conformados por paneles solares, controladores de carga, baterías, inversores, conductores y sistemas de protección. También materiales para las redes de distribución secundaria, acometidas domiciliarias y alumbrado público.

El cálculo de los parámetros y la selección del equipamiento del sistema fotovoltaico

centralizado se ha realizado utilizando las tablas de Excel, cuyos resultados se muestran en el Capítulo IV. Adicional a esto, se ha realizado una simulación utilizando el software PVsyst, con el fin de corroborar el diseño y los parámetros calculados. Estos resultados se muestran a continuación.

Tabla 5.2

Tabla comparativa de resultados entre el cálculo manual y PVsist

Parámetro	Resultados obtenidos por cálculos manuales				Resultados obtenidos por PVsist			
	Lago	Palma	Puerto	Sonene	Lago	Palma	Puerto	Sonene
	Valencia	Real	Pardo		Valencia	Real	Pardo	
Cant. de paneles	48	120	60	54	48	120	60	54
Cant. de baterías	36	100	48	40	36	100	48	40
Demanda del usuario (kWh/día)	91.36	243.45	119.74	102.38	91.0	243.0	120	102
Potencia Instalada (kWp)	27.59	73.53	36.16	30.92	28.8	72.0	36.0	32.4
Capacidad del almacenamiento (Ah)	2379	6339	3118	2666	2151	5975	2868	2390
Energía disponible (kWh/año)	-	-	-	-	43069	107509	53870	48529
Energía usada (kWh/año)	-	-	-	-	31571	80622	39966	34592

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con los resultados mostrados en la tabla anterior, se observa que existen diferencias mínimas entre los valores obtenidos mediante los cálculos manuales y aquellos generados por el software PVsyst. Estas variaciones se deben principalmente a que el

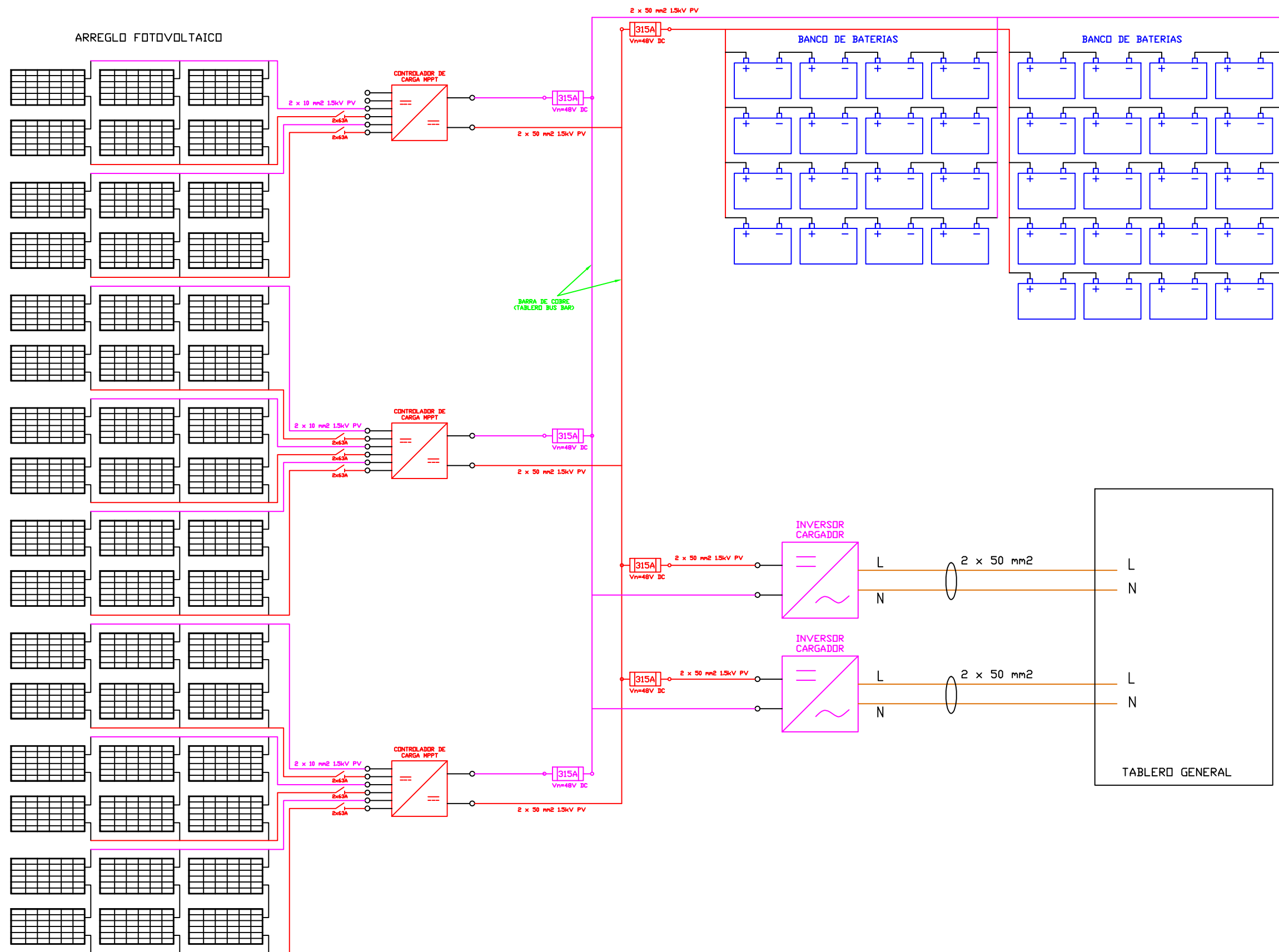
programa considera un mayor número de parámetros y factores de corrección durante el proceso de simulación, tales como la temperatura ambiente y de los módulos, las pérdidas por irradiancia, sombreado, resistencia de los conductores, eficiencia de los equipos eléctricos (inversores, reguladores y baterías), así como el rendimiento global del sistema.

Gracias a la inclusión de estos parámetros adicionales, PVsyst proporciona una estimación más precisa y realista del comportamiento del sistema fotovoltaico, optimizando el diseño y permitiendo identificar posibles pérdidas energéticas que los cálculos manuales, al ser más simplificados, no contemplan. En consecuencia, el uso del software contribuye a mejorar la confiabilidad del dimensionamiento, garantizando que la energía generada satisfaga adecuadamente la demanda prevista bajo las condiciones ambientales reales de la zona de estudio. Los resultados del diseño en PVsyst se adjunta en Anexos.

A continuación, se adjunta los diagramas unifilares del arreglo fotovoltaico, donde se indican el equipamiento necesario para la generación, almacenamiento y conversión de corriente continua a corriente alterna, para su posterior distribución a los beneficiarios mediante las redes secundarias.

Para la generación se ha utilizado un total de 282 paneles solares de una potencia de 600Wp, modelo JKM600N-78HL4-BDV de la marca Jinko Solar, para el almacenamiento se ha seleccionado 224 baterías AGM de 250Ah, 12V de la marca Upower, 17 Controladores de carga SmartSolar MPPT RS 450/200, para la conversión de DC a AC, 09 inversores/cargador Quattro 450/15000/200-100/100, y para el soporte de los paneles solares se ha utilizado soportes metálicos de 20° de 2 filas x 7 columnas.

Cabe mencionar que el sistema fotovoltaico tiene una tensión de diseño de 48V en corriente continua. El inversor/cargador es el encargado de convertir la corriente continua a corriente alterna, cuya salida es de 230V, tensión para ser distribuida a los usuarios finales.



UNSAAC

DIS: ING. F.M.B.

REV:DGER/MINEM

DIB: ING. F.M.B.

APR:DGER/MINEM

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA, INFORMÁTICA Y MECÁNICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

PROYECTO: **DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024**

DISTRITO: LAS PIEDRAS

FECHA: MAYO 2025

PROVINCIA: TAMBOPATA

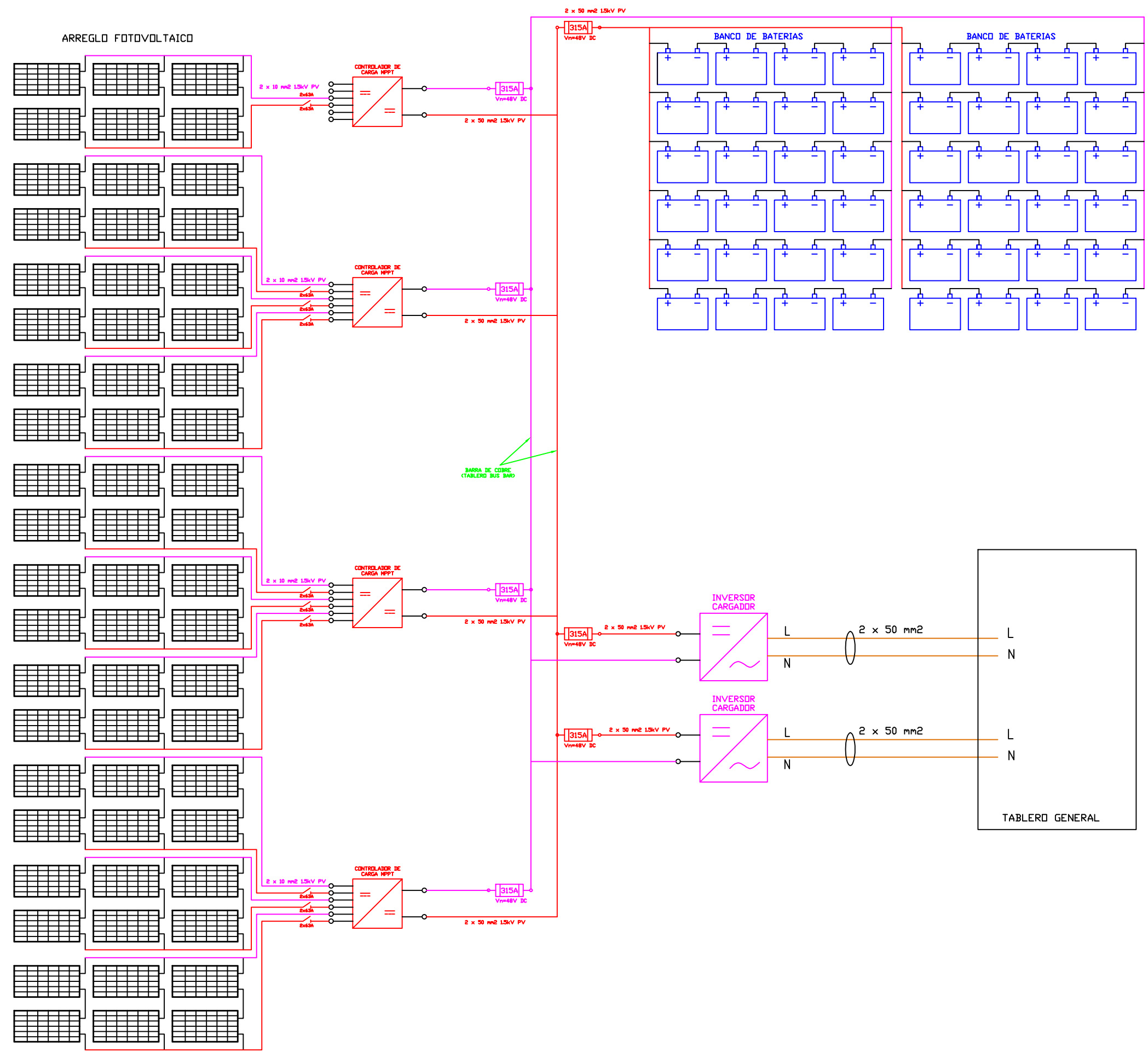
ESCALA: S/E

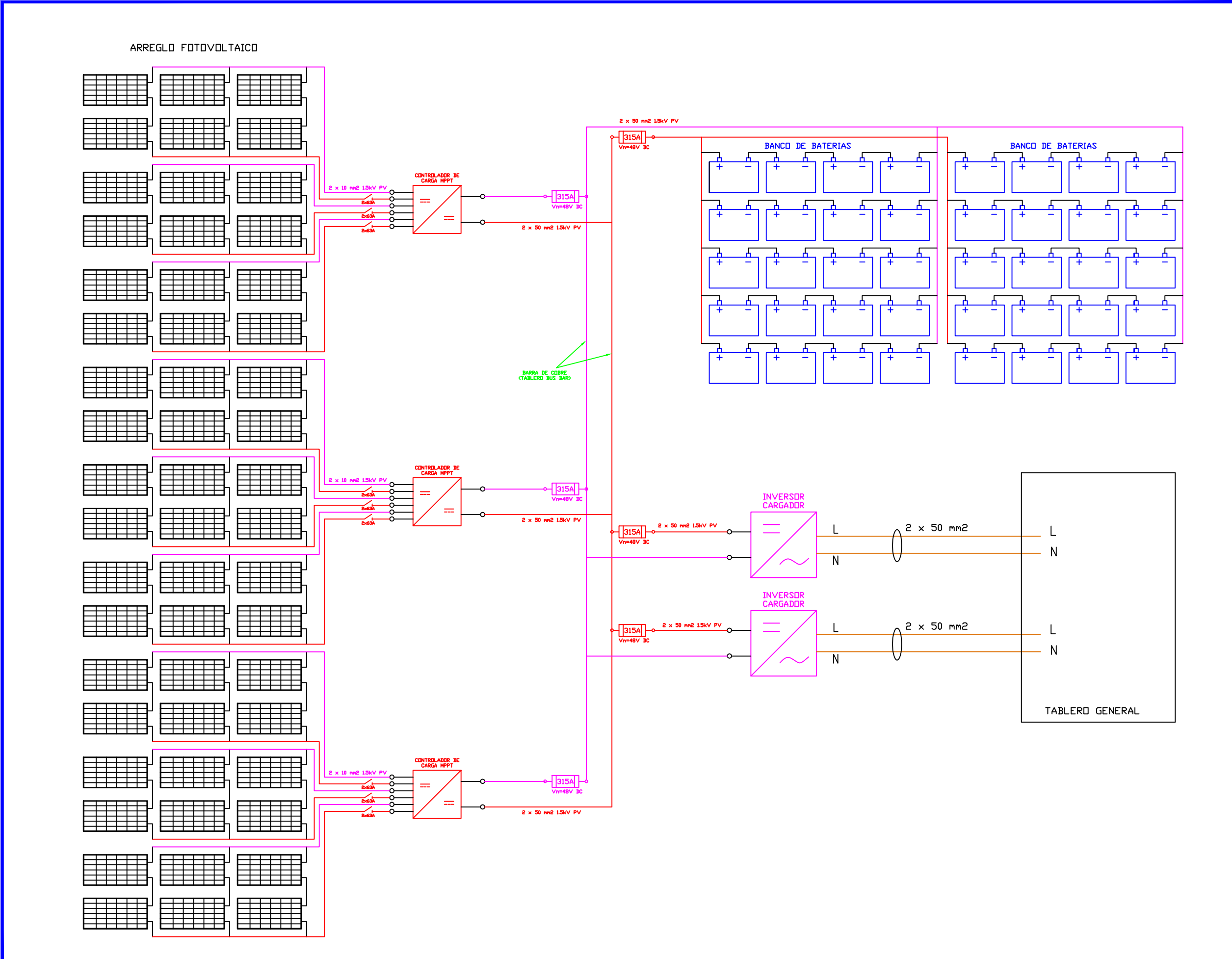
DEPARTAMENTO: MADRE DE DIOS

TAMAÑO: A-3

UTM 19-S

TITULO:
DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA
FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA LA
COMUNIDAD DE LAGO VALENCIA



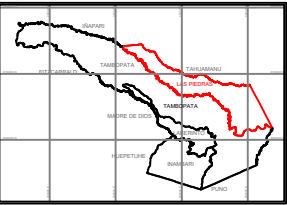
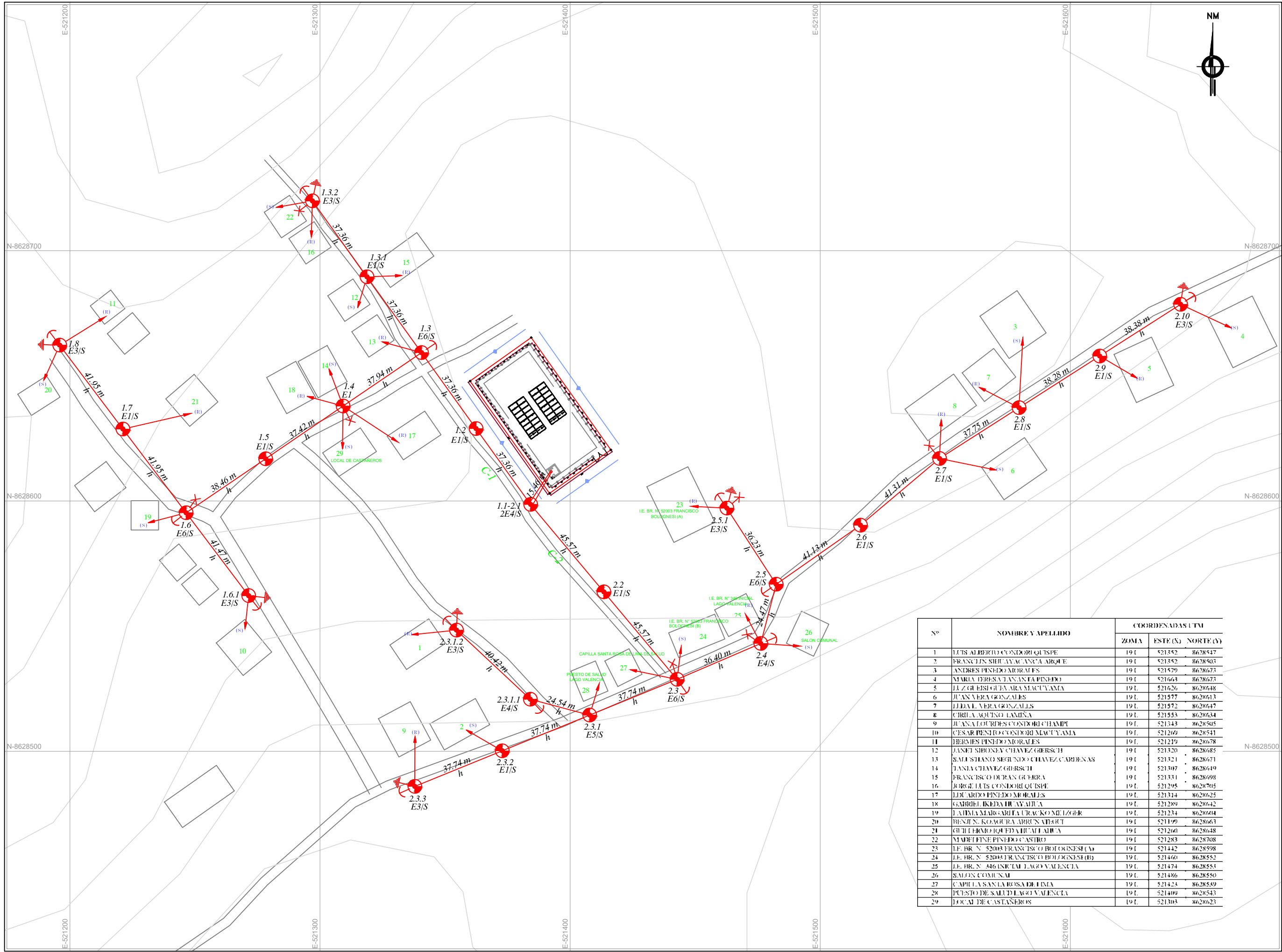


Para la distribución de la energía eléctrica generada de los sistemas fotovoltaicos centralizados hacia los usuarios finales, se ha diseñado las redes de distribución secundaria en una tensión de 220V monofásico, tomando en consideración lo establecido por MINEM DGE 031 (2003) “Bases para el diseño de líneas y redes secundarias con conductores autoportantes para electrificación rural”.

Para diseñar y seleccionar los materiales de las redes secundarias, se ha tomado algunos criterios como: vía de acceso a las comunidades nativas, vivencia y costumbres de los pobladores, necesidades energéticas de la población, entre otros,

Para los soportes de las redes secundarias (postes) se han elegido postes de 8 metros fabricados en Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio, con una capacidad de carga de 300 daN. Estos postes ofrecen varias ventajas, como su peso reducido, facilidad de transporte, una cimentación sencilla y económica, y alta resistencia tanto a la corrosión como a las condiciones climáticas adversas. Además, al no contener materiales conductores, actúan como aislantes completos, lo que los hace especialmente adecuados para zonas remotas con terrenos difíciles y de difícil acceso.

El Conductor Autoportante de Aluminio 2x25/25 mm² fue seleccionado para mejorar la caída de tensión y las pérdidas. Por otro lado, se ha seleccionado Luminaria tipo LED de 50W autónomo con panel solar, esto para no sobredimensionar el SFC, y aprovechar el recurso solar al máximo.



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCION
	Rio
	Trocha Carrozable
	Carretera Afirmada
	Carretera Asfaltada
	Curvas de Nivel

MATERIALES Y EQ. PROYECTADOS			
SÍMBOLO	DESCRIPCION	UND.	CANT.
	Poste P.R.F.V. de 8/300 Proyectado	u.	26
	Luminaria LED de 50 W Proyectado	jgo.	07
	Retenida inclinada Proyectada	jgo.	13
	Puesta a Tierra PAT-1 Proyectada	jgo.	07
	Acometida Monofasica Corta Proyectada	u.	29
	Conductor AUT 2x25 + P/25 mm ²	m.	1092.10

Nº	NOMBRE Y APELLIDO	COORDENADAS UTM	
		ZONA	ESTE (X) NORTE (Y)
1	LUIS ALBERTO CONDOMORISQUE	19 T	521342 8628547
2	FRANCIS SIHUAYACANCA ARQUE	19 T	521352 8628503
3	ANDRES PINEDO MORALES	19 T	521579 8628673
4	MARIA TERESA TANANTA PINEDO	19 T	521663 8628673
5	JUAN GREGORIO ARA MACUYAMA	19 T	521626 8628648
6	JUAN VERA GONZALES	19 T	521577 8628613
7	JUDIA VERA GONZALES	19 T	521572 8628647
8	CIRILA AQUINO TAPIA	19 T	521553 8628634
9	JUAN ALFONSO CONDOMORISQUE	19 T	521343 8628505
10	CESAR BENITO CONDOMORISQUE	19 T	521269 8628541
11	BERNABE PINEDO MORALES	19 T	521279 8628678
12	JUAN SIBONIA CHAVEZ GHERSCH	19 T	521320 8628685
13	SAMUEL SEGUNDO CHAVEZ CARDENAS	19 T	521321 8628671
14	TANIA CHAVEZ GHERSCH	19 T	521307 8628649
15	FRANCISCO DURAN GUERRA	19 T	521331 8628698
16	BORJA LUIS CONDOMORISQUE	19 T	521295 8628705
17	EDUARDO PINEDO MORALES	19 T	521314 8628625
18	GABRIEL KEDA HUAYAITA	19 T	521289 8628642
19	LATIA MARGARITA CRACOMOLIGOR	19 T	521234 8628604
20	BENJIN. KAWARA ARRON VILACI	19 T	521199 8628663
21	GILBERTO IGUALDAD ALIACA	19 T	521260 8628648
22	MARCELO PINEDO CASTRO	19 T	521283 8628708
23	LE BR. N° 52003 FRANCISCO BOLOGNESI (A)	19 T	521442 8628598
24	LE BR. N° 52003 FRANCISCO BOLOGNESI (B)	19 T	521460 8628553
25	LE BR. N° 446 UNCTA LAGO VALENCIA	19 T	521474 8628553
26	SALON COMUNAL	19 T	521486 8628550
27	CAPILLA SANTA ROSA DE LIMA	19 T	521423 8628549
28	PUERTO DE SALUD LAGO VALENCIA	19 T	521409 8628543
29	LOCAL DE CASAPREROS	19 T	521303 8628623



UNSAAC

DIS: ING. F.M.B.
DIB: ING. F.M.B.

REV: DGER/MINEM
APR: DGER/MINEM

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA, INFORMÁTICA Y MECÁNICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELÉCTRICA

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024

DISTRITO:
LAS PIEDRAS

FECHA: MAYO 2025

PROVINCIA:
TAMBOPATA

ESCALA: 1:1000

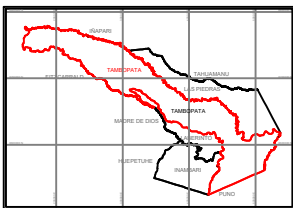
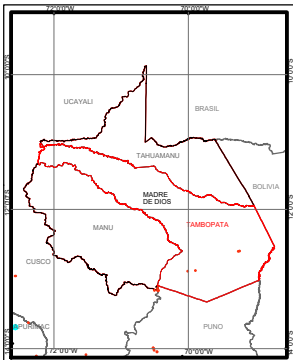
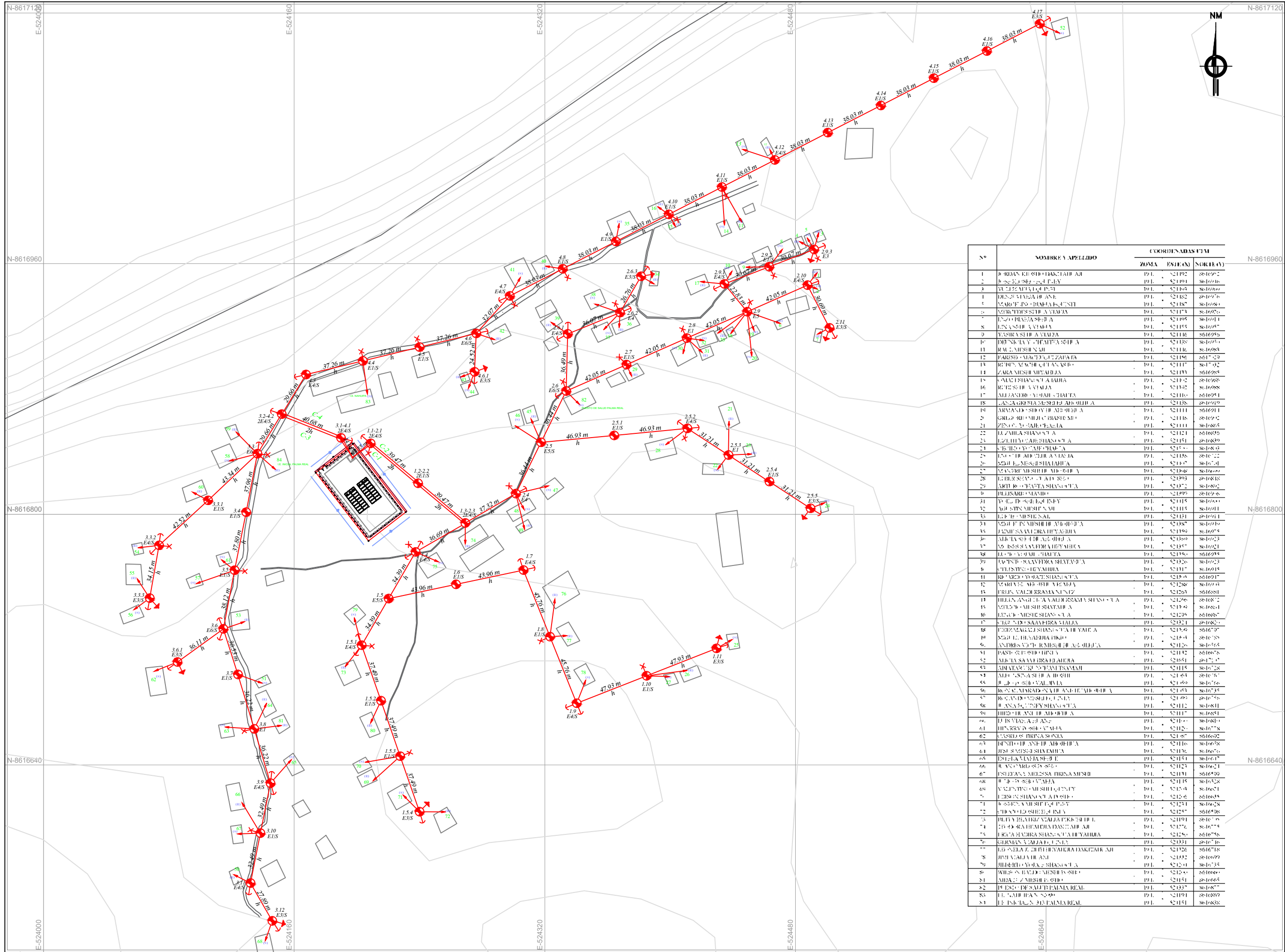
DEPARTAMENTO:
MADRE DE DIOS

TAMAÑO: A-3

UTM 19-S

PLANO Nº:
SFC
RS-01

PLANO DE RED SECUNDARIA
MONTAJE R.S. PROYECTADO
COMUNIDAD DE LAGO VALENCIA



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCION
	Rio
	Trocha Carrozable
	Carretera Afirmada
	Carretera Asfaltada
	Curvas de Nivel

MATERIALES Y EQ. PROYECTADOS			
SÍMBOLO	DESCRIPCION	UND.	CANT.
	Poste P.R.F.V. de 8/300 Proyectado	u.	66
	Luminaria LED de 50 W Proyectado	lgo.	26
	Retenida inclinada Proyectada	lgo.	42
	Puesta a Tierra PAT-1 Proyectada	lgo.	11
	Acometida Monofasica Corta Proyectada	u.	84
	Conductor AUT 2x25+P/25 mm²	m.	2821.35

**UNSAAC**

DIS: ING. M.H.B

DIB: ING. M.H.B

REV: DGER/MINEM

APR: DGER/MINEM

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA, INFORMÁTICA Y MECÁNICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELÉCTRICA

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024

DISTRITO: TAMBOPATA

FECHA: MAYO 2025

PROVINCIA: TAMBOPATA

ESCALA: 1:1600

DEPARTAMENTO: MADRE DE DIOS

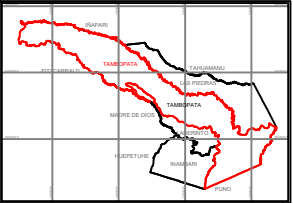
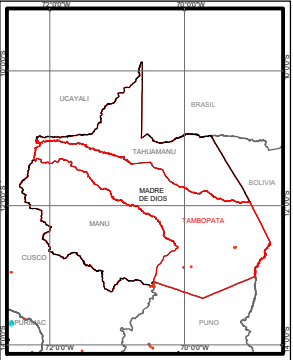
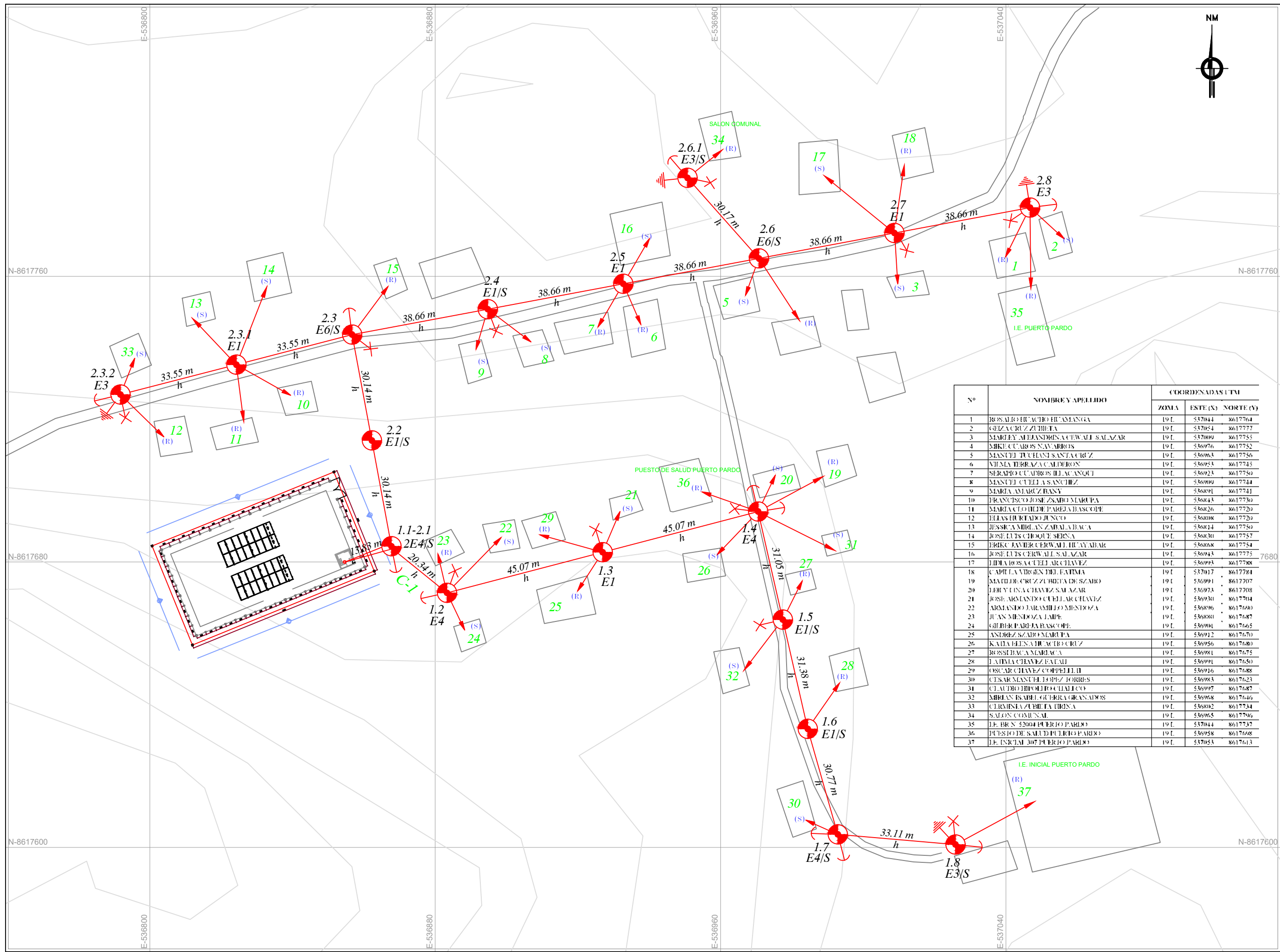
TAMAÑO: A3

UTM 19-S

PLANO DE RED SECUNDARIA
MONTAJE R.S. PROYECTADO
COMUNIDAD NATIVA DE PALMA REAL

PLANO Nº

SFC
RS-02



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCION
	Rio
	Trocha Carrozable
	Carretera Afirmada
	Carretera Asfaltada
	Curvas de Nivel

MATERIALES Y EQ. PROYECTADOS			
SÍMBOLO	DESCRIPCION	UND.	CANT.
	Poste P.R.F.V. de 8/300 Projectado	u.	18
	Luminaria LED de 50 W Projectado	jgo.	11
	Retenida inclinada Projectada	jgo.	11
	Puesta a Tierra PAT-1 Projectada	jgo.	04
	Acometida Monofasica Corta Projectada	u.	37
	Conductor AUT 2x25 + P/25 mm²	m.	687.83



UNSAAC

DIS: ING. F.M.B.
DIB: ING. F.M.B.

REV: DGER/MINEM
APR: DGER/MINEM

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA, INFORMÁTICA Y MECÁNICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024

DISTRITO: TAMBOPATA
FECHA: MAYO 2025

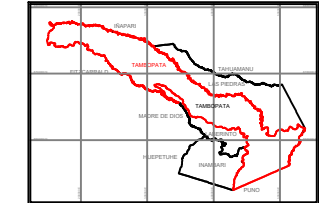
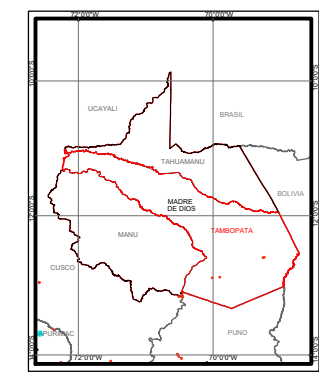
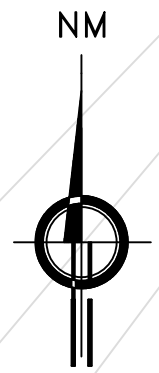
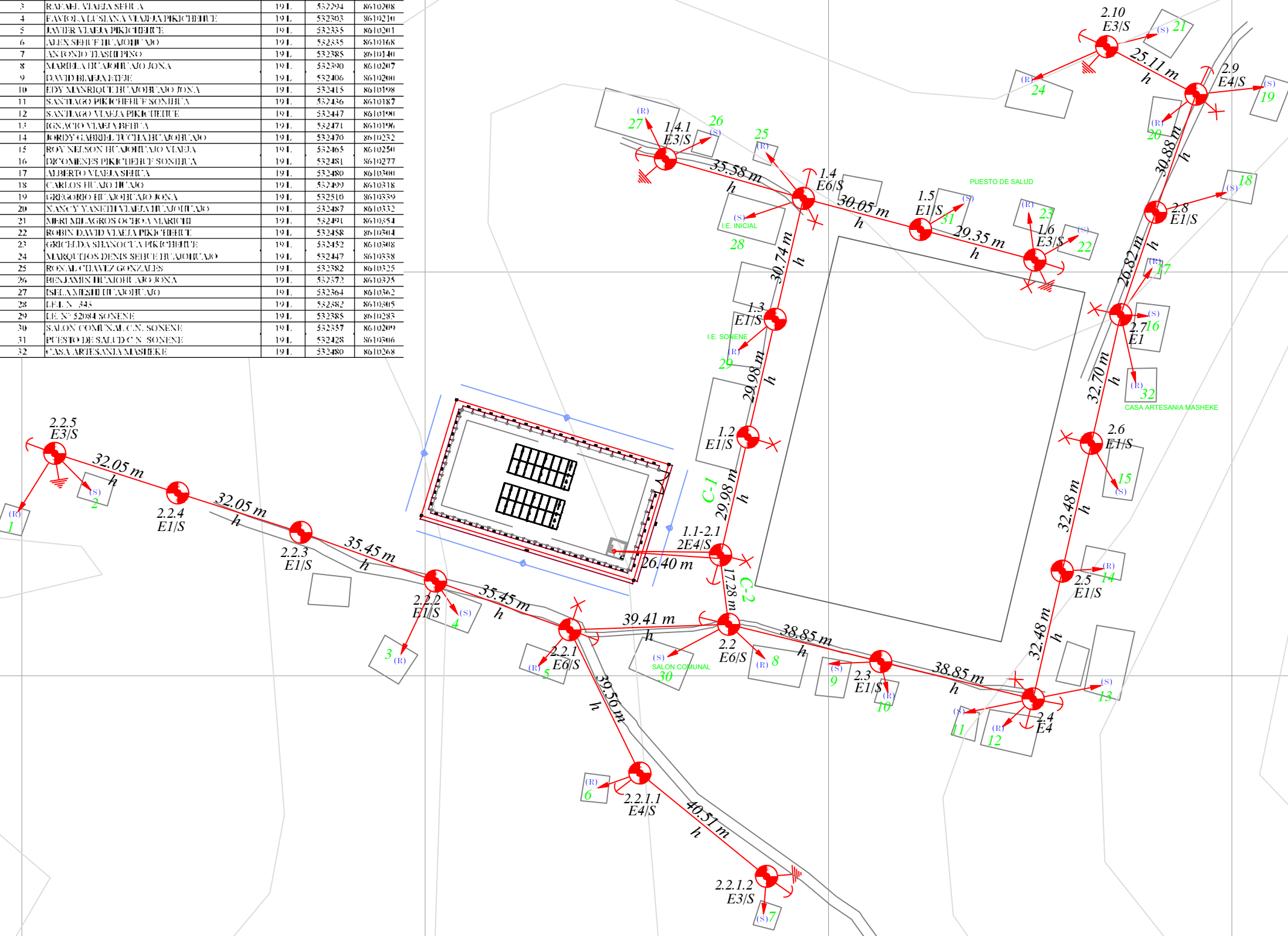
PROVINCIA: TAMBOPATA
ESCALA: 1:700

DEPARTAMENTO: MADRE DE DIOS
TAMAÑO: A3
UTM 19-S

PLANO N°
SFC
RS-03

PLANO DE RED SECUNDARIA
MONTAJE R.S. PROYECTADO
COMUNIDAD DE PUERTO PARDO

Nº	NOMBRE Y APELLIDO	COORDENADAS UTM		
		ZONA	ESTE (X)	NORTE (Y)
1	CAMILLOS HUACAHUAC	19L	532198	8610236
2	EDYD JAYAN A TUCUACAHUAC	19L	532220	8610246
3	RAFAEL VLAJA SHERA	19L	532294	8610208
4	FAVIO LA SIAN A VLAJA PIKECHIEUE	19L	532503	8610230
5	JAVIER VLAJA PIKECHIEUE	19L	532335	8610201
6	ALAN SHERU HUACAHUAC	19L	532335	8610168
7	ANTONIO JASU PINGO	19L	532385	8610140
8	MARIELA HUACAHUAC JONA	19L	532390	8610207
9	DAVID BLANCA JEFFE	19L	532406	8610200
10	EDY MANRIQUE HUACAHUAC JONA	19L	532415	8610198
11	SANTIAGO PIKECHIEUE SONIEUA	19L	532436	8610187
12	SANTIAGO VLAJA PIKECHIEUE	19L	532447	8610190
13	IGNACIO VLAJA SHERA	19L	532471	8610196
14	KORRY GABRIEL TUCUACAHUAC	19L	532470	8610232
15	ROY NELSON HUACAHUAC VLAJA	19L	532465	8610250
16	DIKOMENES PIKECHIEUE SONIEUA	19L	532481	8610277
17	ALBERTO VLAJA SHERA	19L	532480	8610300
18	CARLOS HUACAHUAC	19L	532499	8610318
19	GREGORIO HUACAHUAC JONA	19L	532510	8610339
20	NANCY YANETH VLAJA HUACAHUAC	19L	532487	8610332
21	MIRIAM AGROS OCTAVIA MARIUCHI	19L	532491	8610354
22	ROBIN DAVID VLAJA PIKECHIEUE	19L	532458	8610304
23	GRISELDA SIAN OCTAVIA PIKECHIEUE	19L	532452	8610308
24	MARQUITOS DIENIS SHERU HUACAHUAC	19L	532447	8610358
25	ROSALBA DIAZ GONZALEZ	19L	532382	8610325
26	BENJAMIN HUACAHUAC JONA	19L	532372	8610325
27	ISLA VLAJA HUACAHUAC	19L	532364	8610362
28	LEONARDO	19L	532382	8610305
29	LEONARDO SONENE	19L	532385	8610283
30	SALON COMUNAL C.N. SONENE	19L	532357	8610209
31	PUESTO DE SALUD C.N. SONENE	19L	532428	8610306
32	CASA ARTESANIA MASHEKE	19L	532480	8610268



LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	Rio
	Trocha Carrozable
	Carretera Afirmada
	Carretera Asfaltada
	Curvas de Nivel

MATERIALES Y EQ. PROYECTADOS			
SIMBOLO	DESCRIPCION	UND.	CANT.
	Poste P.R.F.V. de 8/300 Proyectado	u.	23
	Luminaria LED de 50 W Proyectado	lgo.	09
	Retenida inclinada Proyectada	lgo.	13
	Puesta a Tierra PAT-1 Proyectada	lgo.	05
	Acometida Monofasica Corta Proyectada	u.	32
	Conductor AUT 2x25 + P/25 mm²	m.	856.25



UNSAAC

DIS: ING. F.M.B.
DIB: ING. F.M.B.

REV: DGER/MINEM
APR: DGER/MINEM

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA, INFORMÁTICA Y MECÁNICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELÉCTRICA

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA
ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024

DISTRITO: TAMBOPATA
FECHA: MAYO 2025

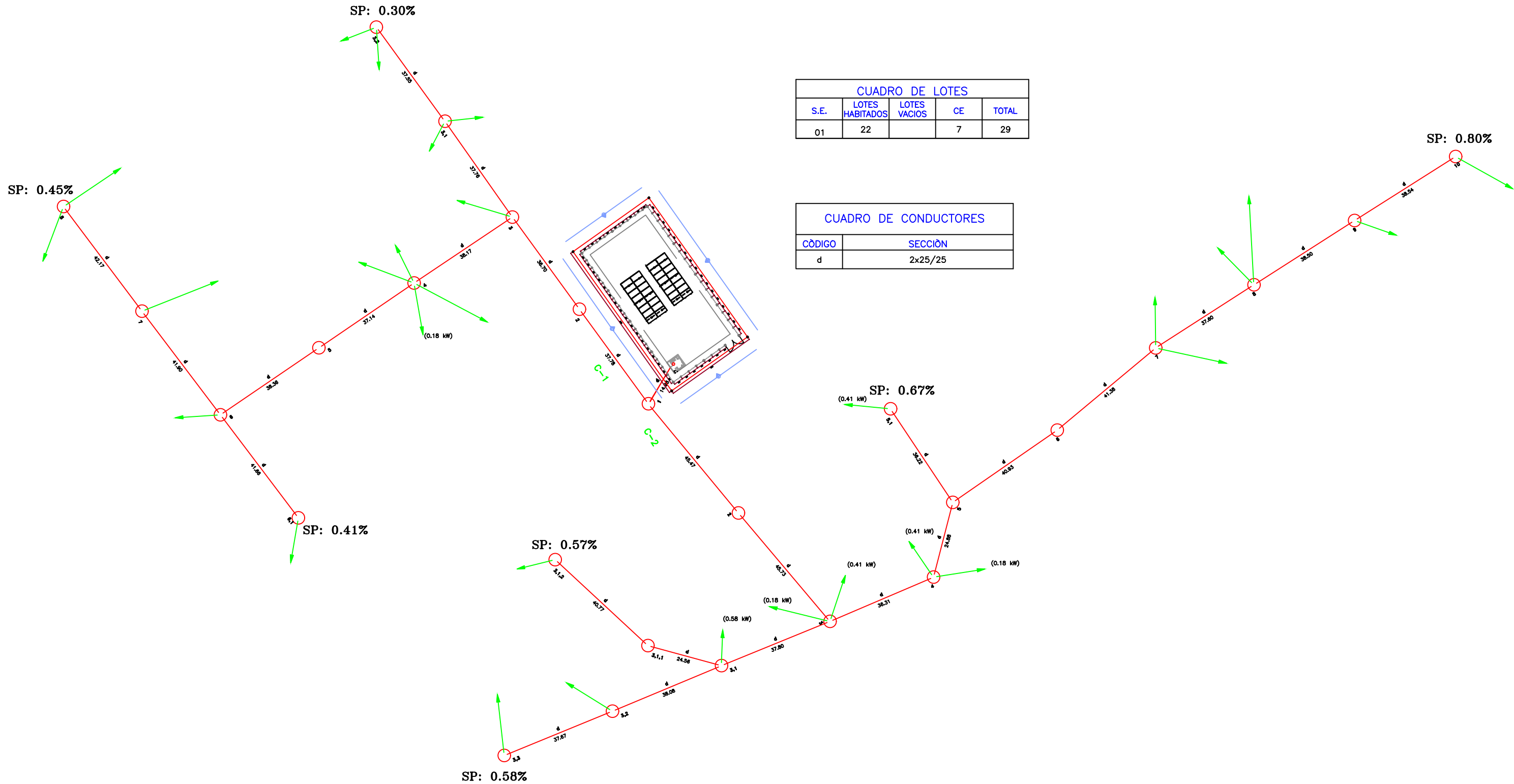
PROVINCIA: TAMBOPATA
ESCALA: 1:800

DEPARTAMENTO: MADRE DE DIOS
TAMAÑO: A-3
UTM 19-S

PLANO DE RED SECUNDARIA
MONTAJE R.S. PROYECTADO
COMUNIDAD NATIVA DE SONENE

PLANO Nº
SFC
RS-04

Un aspecto importante en las redes secundarias es la caída de tensión, según la normativa peruana la caída de tensión en electrificación rural no debe superar el 7%. Este cálculo se ha realizado utilizando el software de DIREDCAD, cuyos resultados se muestran a continuación.



CUADRO DE LOTES				
S.E.	LOTES HABITADOS	LOTES VACIOS	CE	TOTAL
01	22		7	29

CUADRO DE CONDUCTORES	
CÒDIGO	SECCIÒN
d	2x25/25



UNSAAC

DIS: ING. F.M.B.
DIB: ING. F.M.B.

REV: DGER/MINEM
APR: DGER/MINEM

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA, INFORMÁTICA Y MECÁNICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024

DISTRITO: LAS PIEDRAS
PROVINCIA: TAMBOPATA
DEPARTAMENTO: MADRE DE DIOS

FECHA: MAYO 2025
ESCALA: 1:1000
TAMAÑO: A-3

UTM 19-S

PLANO DE CAIDA DE TENSION
RED SECUNDARIA
COMUNIDAD DE LAGO VALENCIA

PLANO N°

SFC
CT-01

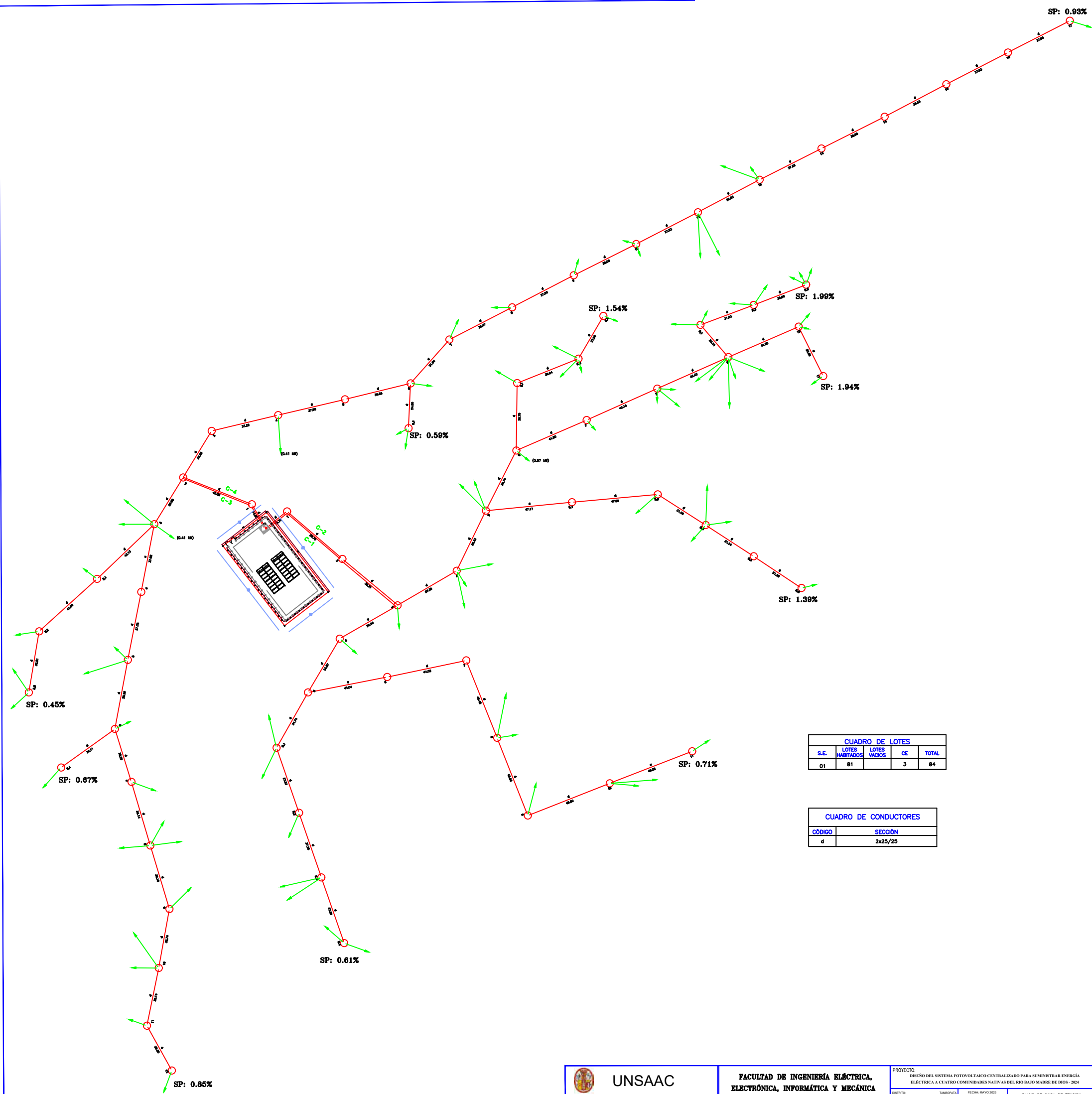
CAIDA DE TENSION RED SECUNDARIA COMUNIDAD LAGO VALENCIA

CIRCUITO N° 01					W/Lote :	300
SE N° :	SISTEMA :	Pot.Nominal(KVA)	Pot.Entregada(KVA)	PÉRDIDAS SE (W):	FS (SP) :	0.5
1	1F:440/220	15	5.7	27.28	FS (AP) :	1
CIRCUITO N°	TRAMO:	Pot.Cargas Tramo (KW)	Perdidas Tramo (W):		Cos f (SP) :	1
C-1	R_1	2.13	6.86		Cos f (AP) :	0.9

SERIVICIO PARTICULAR									
Soporte	Tipo	Long.	N° de	Pot. C.E.	Pot. SP	Pot. Total	I. Nodo	Delta V.	% Caída
N°	Conductor	(m)	Lotes	(KW)	(KW)	(KW)	(A)	(V)	-
N0	d	2	0	0	0	2.13	4.85	0.02	0.01
1	d	14.98	0	0	0	2.13	4.85	0.19	0.05
2	d	37.78	0	0	0	2.13	4.85	0.47	0.16
3	d	36.7	1	0	0.15	2.13	4.85	0.46	0.26
4	d	38.17	3	0.18	0.45	1.38	3.15	0.31	0.33
5	d	37.14	0	0	0	0.75	1.71	0.16	0.37
6	d	38.36	1	0	0.15	0.75	1.71	0.17	0.4
7	d	41.9	1	0	0.15	0.45	1.03	0.11	0.43
8	d	42.17	2	0	0.3	0.3	0.68	0.07	0.45
3,1	d	37.76	2	0	0.3	0.6	1.37	0.13	0.29
3,2	d	37.55	2	0	0.3	0.3	0.68	0.07	0.3
6,1	d	41.66	1	0	0.15	0.15	0.34	0.04	0.41

CIRCUITO N° 02					W/Lote :	300
SE N° :	SISTEMA :	Pot.Nominal(KVA)	Pot.Entregada(KVA)	PÉRDIDAS SE (W):	FS (SP) :	0.5
1	1F:440/220	15	5.7	27.28	FS (AP) :	1
CIRCUITO N°	TRAMO:	Pot.Cargas Tramo (KW)	Perdidas Tramo (W):		Cos f (SP) :	1
C-2	R_2	3.54	20.42		Cos f (AP) :	1

SERIVICIO PARTICULAR									
Soporte	Tipo	Long.	N° de	Pot. C.E.	Pot. SP	Pot. Total	I. Nodo	Delta V.	% Caída
N°	Conductor	(m)	Lotes	(KW)	(KW)	(KW)	(A)	(V)	-
1	d	15.09	0	0	0	3.54	8.04	0.31	0.08
2	d	45.47	0	0	0	3.54	8.04	0.94	0.29
3	d	45.73	0	0.6	0	3.54	8.04	0.95	0.51
4	d	36.31	0	0.6	0	1.91	4.37	0.41	0.6
5	d	24.88	0	0	0	1.32	3.01	0.19	0.65
6	d	40.93	0	0	0	0.9	2.06	0.22	0.69
7	d	41.38	2	0	0.3	0.9	2.06	0.22	0.74
8	d	37.6	2	0	0.3	0.6	1.37	0.13	0.77
9	d	38.5	1	0	0.15	0.3	0.69	0.07	0.79
10	d	38.54	1	0	0.15	0.15	0.34	0.03	0.8
5,1	d	36.22	0	0.41	0	0.41	0.95	0.09	0.67
3,1	d	37.8	0	0.58	0	1.03	2.35	0.23	0.56
3,2	d	38.08	1	0	0.15	0.3	0.69	0.07	0.58
3,3	d	37.67	1	0	0.15	0.15	0.34	0.03	0.58
3,1,1	d	24.56	0	0	0	0.15	0.34	0.02	0.57
3,1,2	d	40.77	1	0	0.15	0.15	0.34	0.04	0.57



CUADRO DE LOTES				
S.E.	LOTES HABITADOS	LOTES VACIOS	CE	TOTAL
01	81		3	84

CUADRO DE CONDUCTORES	
CÓDIGO	SECCIÓN
d	2x25/25

CAIDA DE TENSION RED SECUNDARIA COMUNIDAD NATIVA PALMA REAL

CIRCUITO N° 01					W/Lote :	300
SE N° :	SISTEMA :	Pot.Nominal(KVA)	Pot.Entregada(KVA)	PÉRDIDAS SE (W):	FS (SP) :	0.5
1	1F:440/220	25	13.68	131.97	FS (AP) :	1
CIRCUITO N°	TRAMO:	Pot.Cargas Tramo (KW)	Perdidas Tramo (W):		Cos f (SP) :	1
C-1	R_1	2.25	12.15		Cos f (AP) :	0.9

SERIVICIO PARTICULAR									
Soporte	Tipo	Long.	N° de	Pot. C.E.	Pot. SP	Pot. Total	I. Nodo	Delta V.	% Caída
N°	Conductor	(m)	Lotes	(KW)	(KW)	(KW)	(A)	(V)	-
N0	d	2	0	0	0	2.25	5.11	0.03	0.01
1	d	14.66	0	0	0	2.25	5.11	0.19	0.05
2	d	39.79	0	0	0	2.25	5.11	0.52	0.17
3	d	39.31	1	0	0.15	2.25	5.11	0.52	0.29
4	d	36.36	1	0	0.15	2.1	4.79	0.45	0.39
5	d	34.07	0	0	0	1.95	4.45	0.39	0.48
6	d	44.04	0	0	0	0.9	2.06	0.23	0.53
7	d	44.02	0	0	0	0.9	2.06	0.23	0.58
8	d	45.48	2	0	0.3	0.9	2.06	0.24	0.64
9	d	45.56	1	0	0.15	0.6	1.37	0.16	0.67
10	d	48	2	0	0.3	0.45	1.03	0.13	0.7
11	d	48.22	1	0	0.15	0.15	0.34	0.04	0.71
5,1	d	34.74	2	0	0.3	1.05	2.4	0.21	0.52
5,2	d	37.57	1	0	0.15	0.75	1.71	0.17	0.56
5,3	d	37.25	2	0	0.3	0.6	1.37	0.13	0.59
5,4	d	37.89	2	0	0.3	0.3	0.69	0.07	0.61

CIRCUITO N° 02					W/Lote :	300
SE N° :	SISTEMA :	Pot.Nominal(KVA)	Pot.Entregada(KVA)	PÉRDIDAS SE (W):	FS (SP) :	0.5
1	1F:440/220	25	13.68	131.97	FS (AP) :	1
CIRCUITO N°	TRAMO:	Pot.Cargas Tramo (KW)	Perdidas Tramo (W):		Cos f (SP) :	1
C-2	R_2	5.67	86.04		Cos f (AP) :	0.9

SERIVICIO PARTICULAR									
Soporte	Tipo	Long.	N° de	Pot. C.E.	Pot. SP	Pot. Total	I. Nodo	Delta V.	% Caída
N°	Conductor	(m)	Lotes	(KW)	(KW)	(KW)	(A)	(V)	-
1	d	14.75	0	0	0	5.67	12.89	0.49	0.13
2	d	39.68	0	0	0	5.67	12.89	1.31	0.42
3	d	39.42	0	0	0	5.67	12.89	1.31	0.72
4	d	37.39	3	0	0.45	5.67	12.89	1.24	1
5	d	36.43	2	0	0.3	5.22	11.98	1.12	1.26
6	d	36.74	0	0.57	0	4.17	9.6	0.91	1.46
7	d	41.8	1	0	0.15	2.85	6.57	0.71	1.62
8	d	42.16	3	0	0.45	2.7	6.24	0.68	1.78
9	d	42.42	5	0	0.75	2.25	5.21	0.57	1.91
10	d	41.8	2	0	0.3	0.45	1.04	0.11	1.93
11	d	30.09	1	0	0.15	0.15	0.35	0.03	1.94
5,1	d	47.17	0	0	0	0.75	1.73	0.21	1.31
5,2	d	47	1	0	0.15	0.75	1.73	0.21	1.35
5,3	d	31.09	3	0	0.45	0.6	1.38	0.11	1.38
5,4	d	31.24	0	0	0	0.15	0.35	0.03	1.38
5,5	d	31.28	1	0	0.15	0.15	0.35	0.03	1.39
6,1	d	36.79	1	0	0.15	0.75	1.73	0.16	1.5
6,2	d	36.04	3	0	0.45	0.6	1.38	0.13	1.53
6,3	d	27	1	0	0.15	0.15	0.35	0.02	1.54
9,1	d	23.24	2	0	0.3	1.05	2.43	0.15	1.94
9,2	d	31.03	2	0	0.3	0.75	1.74	0.14	1.97
9,3	d	30.68	3	0	0.45	0.45	1.04	0.08	1.99

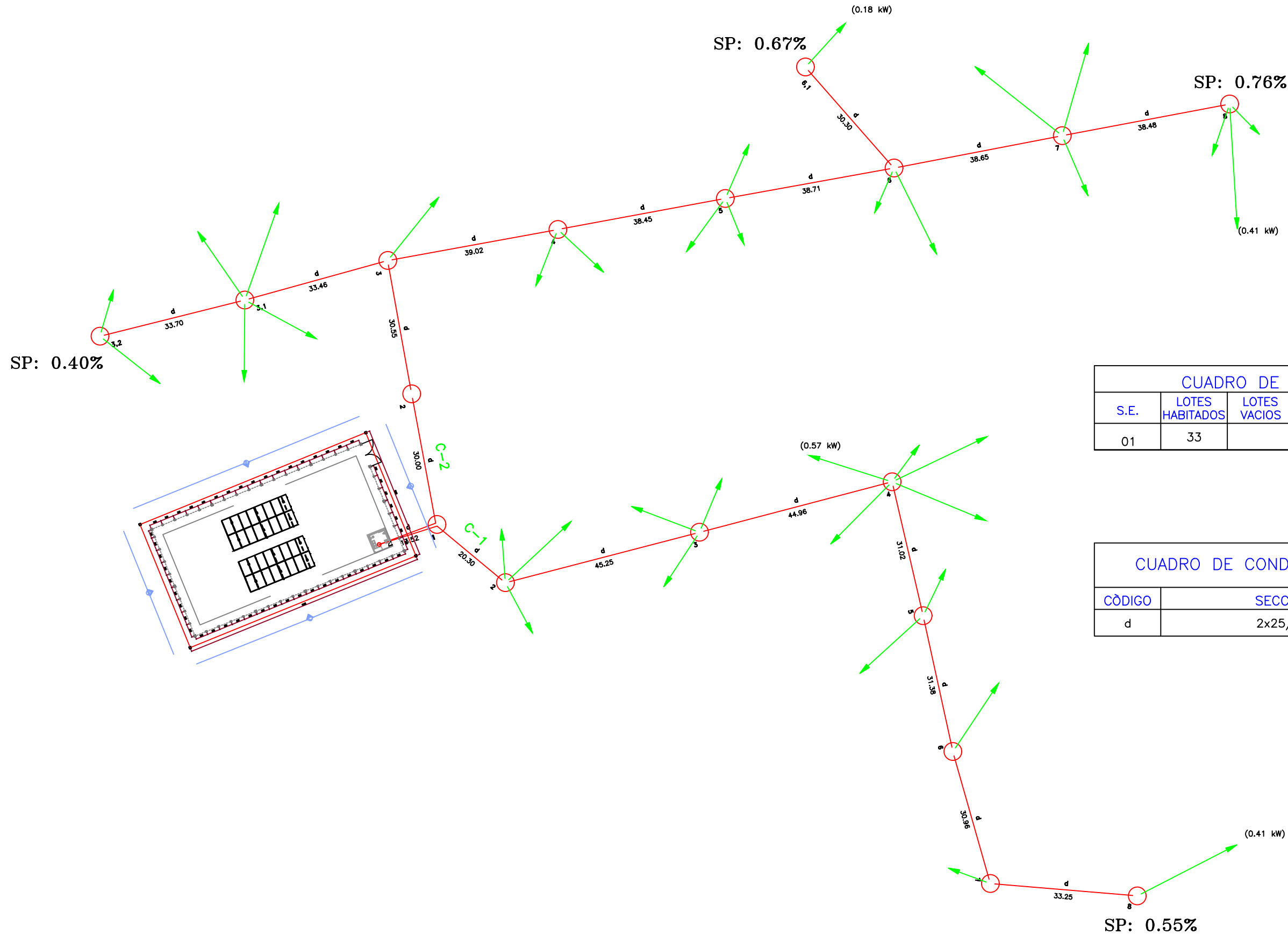
CAIDA DE TENSION RED SECUNDARIA COMUNIDAD NATIVA PALMA REAL

CIRCUITO N° 03					W/Lote :	300
SE N° :	SISTEMA :	Pot.Nominal(KVA)	Pot.Entregada(KVA)	PÉRDIDAS SE (W):	FS (SP) :	0.5
1	1F:440/220	25	13.68	131.97	FS (AP) :	1
CIRCUITO N°	TRAMO:	Pot.Cargas Tramo (KW)	Perdidas Tramo (W):		Cos f (SP) :	1
C-3	R_3	3.27	18.29		Cos f (AP) :	0.9

SERIVICIO PARTICULAR									
Soporte	Tipo	Long.	N° de	Pot. C.E.	Pot. SP	Pot. Total	I. Nodo	Delta V.	% Caída
N°	Conductor	(m)	Lotes	(KW)	(KW)	(KW)	(A)	(V)	-
1	d	14.9	0	0	0	3.27	7.42	0.28	0.07
2	d	40.35	0	0	0	3.27	7.42	0.77	0.25
3	d	29.95	2	0.41	0.3	3.27	7.42	0.57	0.38
4	d	37.62	0	0	0	1.95	4.45	0.43	0.48
5	d	37.78	2	0	0.3	1.95	4.45	0.43	0.57
6	d	38.29	1	0	0.15	1.65	3.77	0.37	0.66
7	d	30.29	1	0	0.15	1.35	3.09	0.24	0.71
8	d	36.14	3	0	0.45	1.2	2.75	0.26	0.77
9	d	36.18	1	0	0.15	0.75	1.72	0.16	0.81
10	d	32.74	2	0	0.3	0.6	1.37	0.12	0.83
11	d	32.14	1	0	0.15	0.3	0.69	0.06	0.85
12	d	28	1	0	0.15	0.15	0.34	0.02	0.85
6,1	d	36.11	1	0	0.15	0.15	0.34	0.03	0.67
3,1	d	43.13	1	0	0.15	0.6	1.37	0.15	0.41
3,2	d	42.66	1	0	0.15	0.45	1.03	0.11	0.44
3,3	d	33.81	2	0	0.3	0.3	0.68	0.06	0.45

CIRCUITO N° 04					W/Lote :	300
SE N° :	SISTEMA :	Pot.Nominal(KVA)	Pot.Entregada(KVA)	PÉRDIDAS SE (W):	FS (SP) :	0.5
1	1F:440/220	25	13.68	131.97	FS (AP) :	1
CIRCUITO N°	TRAMO:	Pot.Cargas Tramo (KW)	Perdidas Tramo (W):		Cos f (SP) :	1
C-4	R_4	2.37	15.48		Cos f (AP) :	0.9

SERIVICIO PARTICULAR									
Soporte	Tipo	Long.	N° de	Pot. C.E.	Pot. SP	Pot. Total	I. Nodo	Delta V.	% Caída
N°	Conductor	(m)	Lotes	(KW)	(KW)	(KW)	(A)	(V)	-
1	d	15.15	0	0	0	2.37	5.38	0.21	0.05
2	d	40.43	0	0	0	2.37	5.38	0.56	0.18
3	d	29.83	0	0	0	2.37	5.38	0.41	0.27
4	d	37.22	0	0.41	0	2.37	5.38	0.51	0.39
5	d	37.5	0	0	0	1.95	4.45	0.43	0.49
6	d	36.83	1	0	0.15	1.95	4.45	0.42	0.58
7	d	31.94	1	0	0.15	1.5	3.43	0.28	0.65
8	d	38.47	1	0	0.15	1.35	3.09	0.31	0.72
9	d	37.9	1	0	0.15	1.2	2.75	0.27	0.78
10	d	38.09	2	0	0.3	1.05	2.41	0.24	0.83
11	d	37.83	2	0	0.3	0.75	1.72	0.17	0.87
12	d	38.03	2	0	0.3	0.45	1.03	0.1	0.89
13	d	37.83	0	0	0	0.15	0.34	0.03	0.9
14	d	38.6	0	0	0	0.15	0.34	0.03	0.91
15	d	38.03	0	0	0	0.15	0.34	0.03	0.92
16	d	37.83	0	0	0	0.15	0.34	0.03	0.92
17	d	37.96	1	0	0.15	0.15	0.34	0.03	0.93
6,1	d	24.5	2	0	0.3	0.3	0.69	0.04	0.59



CUADRO DE LOTES				
S.E.	LOTES HABITADOS	LOTES VACIOS	CE	TOTAL
01	33		4	37

CUADRO DE CONDUCTORES	
CÓDIGO	SECCIÓN
d	2x25/25

CAIDA DE TENSION RED SECUNDARIA COMUNIDAD PUERTO PARDO

CIRCUITO N° 01					W/Lote :	300
SE N° :	SISTEMA :	Pot.Nominal(KVA)	Pot.Entregada(KVA)	PÉRDIDAS SE (W):	FS (SP) :	0.5
1	1F:440/220	15	6.56	29.82	FS (AP) :	1
CIRCUITO N°	TRAMO:	Pot.Cargas Tramo (KW)	Perdidas Tramo (W):		Cos f (SP) :	1
C-1	R_1	3.09	11.39		Cos f (AP) :	0.9

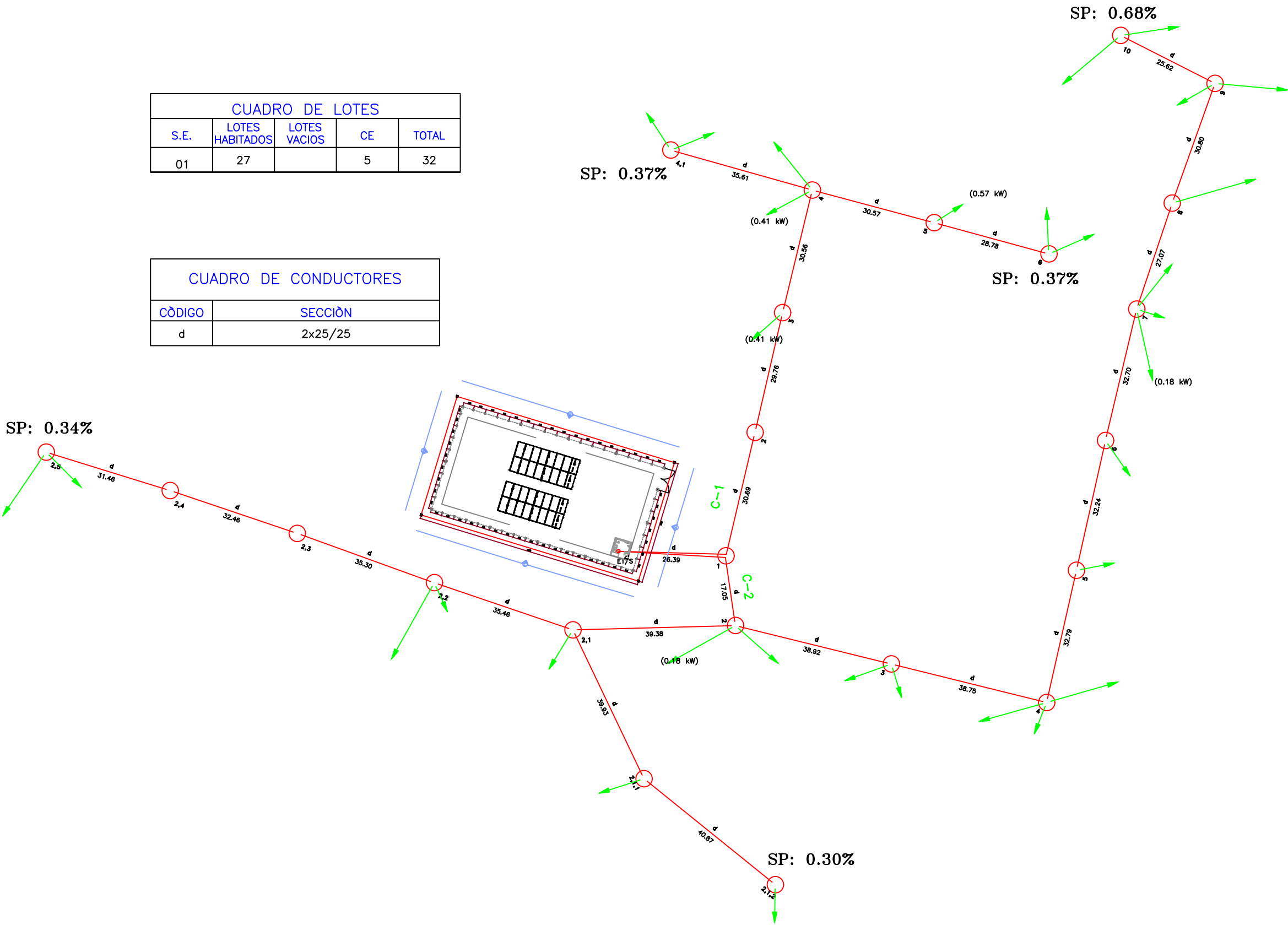
SERIVICIO PARTICULAR									
Soporte	Tipo	Long.	N° de	Pot. C.E.	Pot. SP	Pot. Total	I. Nodo	Delta V.	% Caída
N°	Conductor	(m)	Lotes	(KW)	(KW)	(KW)	(A)	(V)	-
N0	d	2	0	0	0	3.09	7.01	0.04	0.01
1	d	13.66	0	0	0	3.09	7.01	0.25	0.06
2	d	20.3	3	0	0.45	3.09	7.01	0.37	0.15
3	d	45.25	3	0	0.45	2.64	6	0.7	0.31
4	d	44.96	4	0.57	0.6	2.19	4.98	0.58	0.44
5	d	31.02	2	0	0.3	1.02	2.32	0.18	0.48
6	d	31.38	1	0	0.15	0.72	1.63	0.13	0.51
7	d	30.96	1	0	0.15	0.56	1.29	0.1	0.53
8	d	33.25	0	0.41	0	0.41	0.95	0.08	0.55

CIRCUITO N° 02					W/Lote :	300
SE N° :	SISTEMA :	Pot.Nominal(KVA)	Pot.Entregada(KVA)	PÉRDIDAS SE (W):	FS (SP) :	0.5
1	1F:440/220	15	6.56	29.82	FS (AP) :	1
CIRCUITO N°	TRAMO:	Pot.Cargas Tramo (KW)	Perdidas Tramo (W):		Cos f (SP) :	1
C-2	R_2	3.45	18.44		Cos f (AP) :	0.9

SERIVICIO PARTICULAR									
Soporte	Tipo	Long.	N° de	Pot. C.E.	Pot. SP	Pot. Total	I. Nodo	Delta V.	% Caída
N°	Conductor	(m)	Lotes	(KW)	(KW)	(KW)	(A)	(V)	-
1	d	13.52	0	0	0	3.45	7.83	0.27	0.07
2	d	30	0	0	0	3.45	7.83	0.6	0.21
3	d	30.55	1	0	0.15	3.45	7.83	0.62	0.35
4	d	39.02	2	0	0.3	2.4	5.47	0.55	0.47
5	d	38.45	3	0	0.45	2.1	4.79	0.47	0.58
6	d	38.71	2	0	0.3	1.65	3.77	0.37	0.67
7	d	38.65	3	0	0.45	1.17	2.67	0.26	0.73
8	d	38.48	2	0.41	0.3	0.72	1.64	0.16	0.76
6,1	d	30.3	0	0.18	0	0.18	0.42	0.03	0.67
3,1	d	33.46	4	0	0.6	0.9	2.05	0.18	0.39
3,2	d	33.7	2	0	0.3	0.3	0.68	0.06	0.4

CUADRO DE LOTES				
S.E.	LOTES HABITADOS	LOTES VACIOS	CE	TOTAL
01	27		5	32

CUADRO DE CONDUCTORES	
CÓDIGO	SECCIÓN
d	2x25/25





UNSAAC

DIS: ING. F.M.B. REV: DGER/MINEM

DIB: ING. F.M.B. APR: DGER/MINEM

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA, INFORMÁTICA Y MECÁNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024

DISTRITO: TAMBOPATA

PROVINCIA: TAMBOPATA

DEPARTAMENTO: MADRE DE DIOS

FECHA: MAYO 2025

ESCALA: 1:800

TAMAÑO: A-3 UTM 19-S

PLANO DE CAIDA DE TENSION
RED SEUNDARIA
COMUNIDAD NATIVA DE SONENE

PLANO N°
SFC
CT-04

CAIDA DE TENSION RED SECUNDARIA COMUNIDAD NATIVA SONENE

CIRCUITO N° 01					W/Lote :	300
SE N° :	SISTEMA :	Pot.Nominal(KVA)	Pot.Entregada(KVA)	PÉRDIDAS SE (W):	FS (SP) :	0.5
1	1F:440/220	15	5.84	21.69	FS (AP) :	1
CIRCUITO N°	TRAMO:	Pot.Cargas Tramo (KW)	Perdidas Tramo (W):		Cos f (SP) :	1
C-1	R_1	2.15	6.48		Cos f (AP) :	0.9

SERIVICIO PARTICULAR									
Soporte	Tipo	Long.	N° de	Pot. C.E.	Pot. SP	Pot. Total	I. Nodo	Delta V.	% Caida
N°	Conductor	(m)	Lotes	(KW)	(KW)	(KW)	(A)	(V)	-
N0	d	2	0	0	0	2.15	4.89	0.03	0.01
1	d	26.39	0	0	0	2.15	4.89	0.33	0.08
2	d	30.69	0	0	0	2.15	4.89	0.39	0.17
3	d	29.76	0	0.41	0	2.15	4.89	0.37	0.25
4	d	30.56	1	0.41	0.15	1.74	3.95	0.31	0.32
5	d	30.57	0	0.57	0	0.87	1.98	0.16	0.36
6	d	28.78	2	0	0.3	0.3	0.68	0.05	0.37
4,1	d	35.61	2	0	0.3	0.3	0.68	0.06	0.34

CIRCUITO N° 02					W/Lote :	300
SE N° :	SISTEMA :	Pot.Nominal(KVA)	Pot.Entregada(KVA)	PÉRDIDAS SE (W):	FS (SP) :	0.5
1	1F:440/220	15	5.84	21.69	FS (AP) :	1
CIRCUITO N°	TRAMO:	Pot.Cargas Tramo (KW)	Perdidas Tramo (W):		Cos f (SP) :	1
C-2	R_2	3.66	15.21		Cos f (AP) :	0.9

SERIVICIO PARTICULAR									
Soporte	Tipo	Long.	N° de	Pot. C.E.	Pot. SP	Pot. Total	I. Nodo	Delta V.	% Caida
N°	Conductor	(m)	Lotes	(KW)	(KW)	(KW)	(A)	(V)	-
1	d	26.22	0	0	0	3.66	8.33	0.56	0.14
2	d	17.05	1	0.18	0.15	3.66	8.33	0.36	0.22
3	d	38.92	2	0	0.3	2.28	5.2	0.52	0.34
4	d	38.75	3	0	0.45	1.98	4.52	0.45	0.44
5	d	32.79	1	0	0.15	1.53	3.5	0.29	0.51
6	d	32.24	1	0	0.15	1.38	3.16	0.26	0.57
7	d	32.7	2	0.18	0.3	1.23	2.82	0.24	0.62
8	d	27.07	1	0	0.15	0.75	1.72	0.12	0.65
9	d	30.8	2	0	0.3	0.6	1.37	0.11	0.67
10	d	25.62	2	0	0.3	0.3	0.69	0.05	0.68
2,1	d	39.38	1	0	0.15	1.05	2.39	0.24	0.28
2,2	d	35.46	2	0	0.3	0.6	1.37	0.12	0.3
2,3	d	35.3	0	0	0	0.3	0.68	0.06	0.32
2,4	d	32.46	0	0	0	0.3	0.68	0.06	0.33
2,5	d	31.46	2	0	0.3	0.3	0.68	0.06	0.34
2,1,1	d	39.93	1	0	0.15	0.3	0.68	0.07	0.29
2,1,2	d	40.87	1	0	0.15	0.15	0.34	0.04	0.3

En la siguiente tabla se muestra el equipamiento principal del sistema fotovoltaico centralizada, redes secundarias y alumbrado público.

Tabla 5.3

Resumen de Equipos y Materiales Principales

Equipo y/o material	Und.	Cantidad
SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO		
Panel Solar de 600Wp, Jinko Solar, JKM600N-78HL4-BDV	und	282
Bateria AGM Upower-TFS-250, 12V	und	224
Controlador de carga SmartSolar MPPT RS 450/200	und	17
Inversor/cargador Quattro 450/15000/200-100/100	und	9
Soporte módulos fotovoltaicos, 2 filas x 7 Columnas	und	22
RED SECUNDARIA		
Poste de PRFV de 8 m/300 daN	und	133
Conductor Autoportante de Aluminio 2x25/25 mm ²	Km	5.46
Luminaria tipo LED de 50W autonomo con panel solar	und	53
Retenidas	cjto	79
Puestas a tierra	cjto	27

Fuente: Elaboración Propia

- Del análisis de la evaluación económica se obtuvo que el proyecto es factible desde un enfoque social con un VAN de S/.1 005 804.53 y un TIR de 12.92%.

Tabla 5.4

Indicadores a precios sociales

Indicadores	A precios sociales
Tasa de descuento	8%
Monto de inversion	2 169 039.61
VAN (S/.)	1 055,804.53
TIR (%)	12.92%
B/C	2.27

Fuente: Elaboración Propia

5.2. Validación de hipótesis

1. Los resultados del diseño confirman que el sistema fotovoltaico centralizado cubrirá el 100 % de la demanda máxima estimada, garantizando un suministro eléctrico confiable y continuo para las cuatro comunidades nativas del Río Bajo Madre de Dios. En consecuencia, se valida la hipótesis general planteada.
2. El sistema fotovoltaico centralizado debe ser capaz de cubrir la demanda máxima del suministro de energía eléctrica, para lo cual debe cumplir lo siguiente:

- Si $P_{inst} > D_{max}$, se garantiza la demanda

Los resultados obtenidos fueron:

- $D_{max} = 506.31 \text{ kWh}$, $P_{inst} = 556.93 \text{ kWh}$

Por otro lado, para generar una potencia instalada de 556,93 kWh, el Sistema Fotovoltaico Centralizado (SFC) debe estar conformado por 282 módulos fotovoltaicos monocristalinos de 600 Wp, 9 inversores de 25 kW, 17 controladores de carga MPPT y cuatro bancos de baterías, integrados por 224 baterías con tecnología AGM.

Esta configuración garantiza el suministro continuo de energía eléctrica a las comunidades beneficiarias, cubriendo la demanda máxima simultánea y asegurando la estabilidad del servicio.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se confirma el cumplimiento de la demanda máxima, por lo que la Hipótesis Específica 1 queda validada.

3. El sistema fotovoltaico centralizado debe ser capaz de garantizar la cobertura total del servicio eléctrico de las cuatro comunidades nativas, para lo cual debe cumplir lo siguiente:

- % de viviendas conectadas (%) = 100%, se garantiza la cobertura

$$\%Conex = \frac{N_{conectadas}}{N_{totales}} \times 100$$

Los resultados obtenidos fueron:

- $\%Conex = (163/163) \times 100\% = 100\%$

En base a los resultados, se puede indicar que el sistema fotovoltaico centralizado garantiza la cobertura del servicio eléctrico, por lo cual el Hipótesis Especifico 2 se valida.

4. Para que el proyecto tenga viabilidad económica los resultados del VAN/TIR Social y la relación de B/C, deben cumplir los siguientes criterios.

- $VAN > 0$: La inversión genera valor
- $TIR > 8\%$: Rentable a precios sociales
- $B/C > 1$: El proyecto es rentable

Los resultados obtenidos fueron:

- $VAN = S/. 1\,005,804.53 > 0$
- $TIR = 12.92\% > 8\%$
- $B/C = 2.27 > 1$

Con estos valores se determinó que el proyecto tiene viabilidad económica, por lo cual la Hipótesis Específicos 3 se valida.

CONCLUSIONES

1. Se comprobó que el sistema fotovoltaico centralizado diseñado permite suministrar energía eléctrica continua, confiable y sostenible a las cuatro comunidades nativas ubicadas en la cuenca del Río Bajo Madre de Dios. El sistema propuesto cubre adecuadamente la demanda energética estimada, considerando las condiciones climáticas locales, la variación de la radiación solar y las necesidades específicas de cada comunidad. Con ello, se cumple el propósito central del estudio, demostrando que la energía solar representa una alternativa viable para la electrificación rural sostenible en zonas aisladas.
2. Se desarrolló el diseño integral del sistema fotovoltaico centralizado, definiendo los componentes principales y su configuración técnica óptima. El sistema se compone de 282 módulos fotovoltaicos monocristalinos de 600 Wp, 9 inversores de 25 kW, 17 controladores de carga MPPT y cuatro bancos de baterías conformados por 224 baterías con tecnología AGM, con una profundidad de descarga del 80 %. Esta configuración garantiza el suministro de energía eléctrica a las comunidades beneficiarias, cubriendo la demanda máxima simultánea y asegurando estabilidad en el servicio.
3. El dimensionamiento permitió establecer que una potencia pico total de 168.20 kWp y una capacidad útil de almacenamiento de 145.03 kWh son suficientes para cubrir una demanda promedio total de 556.93 kWh/día, con un margen de seguridad del 10 % y una autonomía de un día sin generación solar. Estos resultados fueron validados mediante simulaciones en el software PVsyst, confirmando que el diseño responde adecuadamente a las condiciones de irradiación promedio de 4.7 kWh/m²/día, propias del entorno amazónico del Bajo Madre de Dios.
4. La evaluación económica del sistema determinó una inversión inicial de S/.

2 169,039.61, costos operativos anuales de S/. 46,566.46 y una vida útil de 20 años. Con estos parámetros, se obtuvo un Valor Actual Neto (VAN) positivo de S/. 1 005,804.53, una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 12.92 %, superior a la tasa social de descuento, y una Relación Beneficio–Costo (B/C) de 2.27. Estos resultados confirman la viabilidad económica y social del proyecto, validando su implementación como una alternativa sostenible para la electrificación rural en comunidades aisladas.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que este tipo de proyectos o propuestas sea aplicado en otras comunidades, caseríos, centros poblados, localidades aisladas, donde la energía convencional no sea capaz de llegar a estos usuarios, este tipo de proyectos puede aplicarse tanto en el departamento Madre de Dios u otros departamentos del país, con el fin de aprovechar al máximo la energía solar.
2. Para optimizar la gestión financiera del proyecto, se recomienda explorar y aprovechar los incentivos gubernamentales y los programas de financiamiento diseñados para promover las energías renovables. Paralelamente, es conveniente negociar acuerdos comerciales competitivos con proveedores locales de equipos fotovoltaicos, a fin de minimizar los costos de logística y de transportación, maximizando así la eficacia en el uso de los recursos.
3. Se recomienda a la Dirección General de Electrificación Rural DGER/MINEM una mayor inversión en este tipo de sistemas, ya que es una alternativa viable para el suministro de energía eléctrica a localidades que se encuentran en zonas aisladas donde su interconexión al SEIN resulta inviable.
4. Con relación a los aspectos netamente técnicos, se recomienda que el expediente técnico definitivo para ejecución del presente proyecto sea elaborado por profesionales especializados en la materia, que incorporen equipos y dispositivos de última generación, ya que, siendo esta tecnología de vanguardia, ocurre la permanente innovación de los diversos equipos y dispositivos por parte de sus fabricantes. Se debe entender así mismo, que este sistema de generación fotovoltaica puede ser ampliado en forma modular, por lo que el eventual crecimiento de la demanda no representa limitación alguna, criterio que debe tenerse presente.

REFERENCIAS

- Acosta, C. (2021). Diseño de un Sistema Fotovoltaico Centralizado para el Mejoramiento del Suministro de Energía Eléctrica en la Localidad de Masisea, Provincia Coronel Portillo, Región Ucayali [Tesis de fin de grado, Universidad Nacional del Callao]. Repositorio Institucional – Universidad Nacional del Callao.
- Alvarado (2022). Diseño y Cálculo de una instalación fotovoltaica aislada [Tesis, Universidad Politécnica de Madrid] Repositorio Institucional – Universidad Politécnica de Madrid.
- Banco Mundial. (2020). The World Bank Annual Report 2020. Washington, D.C.: World Bank Group
- Camacho, J., Navarro, E. (2022). Análisis de factibilidad de un sistema fotovoltaico aislado en zonas remotas para vivienda en el golfo de Guayaquil [Trabajo de titulación, Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil]. Repositorio Institucional – Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.
- Castañeda (2019). Sistema de generación fotovoltaico centralizado para suministrar energía eléctrica a la localidad de Llacamate, distrito y provincia de Santiago de Chuco, departamento de La Libertad 2019 [Tesis, Universidad San Pedro] Repositorio Institucional – Universidad San Pedro.
- Decreto Supremo N° 018-2020-EM [Norma de rango reglamentario] Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley N° 28749, Ley General de Electrificación Rural. 14 de Julio de 2020. D.O. El Peruano N° 15533.
- Espinoza, J., Zaroni, F. (2021). Diseño de Sistema Fotovoltaico Off-Grid, Red Secundaria Conexiones Domiciliarias para Suministro Eléctrico al Caserío Tallapampa, Distrito

- Salas, Provincia Lambayeque [Tesis de fin de grado, Universidad Señor de Sipán].
Repositorio Institucional – Universidad Señor de Sipán.
- Espinoza, R., Quispe, I., & Chávez, M. (2018). Diseño e implementación de sistemas fotovoltaicos centralizados en comunidades rurales del Perú. *Revista de Energía y Desarrollo*, 12(2), 45-57.
- GIZ. (2020). Tecnología fotovoltaica: principios y aplicaciones. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
- Green, M.A., Dunlop, E.D., Hohl-Ebinger, J., Yoshita, M., Kopidakis, N., & Hao, X. (2021). Solar cell efficiency tables (version 58). *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 29(7), 657-667.
- Hernández, F., Ramos, R., Camejo, E., Hechevarria, F. (2023). Sistema Fotovoltaico Centralizado en comunidad rural el Triunfo características y resultados preliminares de comportamiento energético [Trabajo de investigación, Centro de Investigaciones de Energía Solar, Universidad Federal de Rio Grande del Sur] Repositorio Institucional – Universidad Federal de Rio Grande del Sur.
- IEA. (2021). *Global Energy Review 2021*. Paris: International Energy Agency
- IEC 61215 [International Standard] Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval. 2005-04. International Electrotechnical Commission.
- IEC 61730 [International Standard] Photovoltaic (PV) module safety qualification. 2016-08. International Electrotechnical Commission.
- IEC 62109 [International Standard] Safety of power converters for use in photovoltaic power systems. 2010-04. International Electrotechnical Commission.

- IEC 62548 [International Standard] Photovoltaic (PV) arrays. 2023-12. International Electrotechnical Commission.
- IRENA. (2015). Rethinking Energy: Renewable Energy and Climate Change. Abu Dhabi: IRENA.
- IRENA. (2018). Global Energy Transformation: A roadmap to 2050. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency.
- IRENA. (2020). Electricity storage and renewables: Costs and markets to 2030. International Renewable Energy Agency (IRENA).
- Kalogirou, S. A. (2013). Solar Energy Engineering: Processes and Systems (2.^a ed.). Academic Press.
- Masters, G. M. (2013). Renewable and Efficient Electric Power Systems (2.^a ed.). Wiley-IEEE Press
- Ministerio de Energía y Minas (MINEM). (2019). Atlas de Radiación Solar del Perú. Dirección General de Electrificación Rural.
- Miranda, M. (2019). Implementación De Sistemas Fotovoltaicos Para Suministrar Energía Eléctrica A La Localidad De Otorongo Del Distrito De Santo Domingo De Acobamba De La Provincia De Huancayo – Perú [Tesis de fin de grado, Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur]. Repositorio Institucional – Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur.
- Naciones Unidas. (2015). The Millennium Development Goals Report 2015. Nueva York: Naciones Unidas.
- NEC 690 [Article] Solar Photovoltaic (PV) Systems. 2014. National Electrical Code.

Norma Técnica Peruana NTP 399.403.2006 [Norma Técnica Peruana] Sistemas Fotovoltaicos hasta 500 Wp, Especificaciones técnicas y método para la calificación energética de un sistema fotovoltaico. 06 de marzo de 2006. R.0013-2006/INDECOPI-CRT.

Plan Nacional de Electrificación Rural (PNER). Julio 2023. Dirección General de Electrificación Rural (DGER) del Ministerio de Energía y Minas (MINEM).

Resolución Directoral N° 0108-2023-MINEN/DGE [Norma] Resolución Directoral que aprueba las norma DGE “Bases para el diseño de líneas y redes secundarias con conductores autoportantes para electrificación rural”. 15 de mayo de 2023. D.O. El Peruano N° 17254.

SMA Solar Technology AG. (2023). Annual Report 2022 [Informe Anual]. Niestetal, Alemania: SMA Solar Technology AG

World Bank. (2019). The World Bank Annual Report 2019: Ending Poverty, Investing in Opportunity

ANEXOS

ANEXO N° 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	PROBLEMA DE ESTUDIO	PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES Y DIMENSIONES	DISEÑO METODOLÓGICO
Diseño y evaluación de sistemas de generación eléctrica mediante energías renovables en zonas rurales y aisladas.	Carencia de suministro de energía eléctrica en las cuatro comunidades Nativas del Río Bajo Madre de Dios - 2024	PROBLEMA GENERAL ¿En qué medida el sistema fotovoltaico centralizado permitirá suministrar energía eléctrica a las cuatro comunidades nativas del Río Bajo Madre de Dios - 2024?	HIPÓTESIS GENERAL El diseño del sistema fotovoltaico centralizado permitirá suministrar energía eléctrica a las cuatro comunidades nativas del Río Bajo Madre de Dios - 2024.	OBJETIVO GENERAL Determinar en qué medida el sistema fotovoltaico centralizado permite suministrar energía eléctrica a las cuatro comunidades nativas del Río Bajo Madre de Dios - 2024.	VARIABLE INDEPENDIENTE ➤ Sistema Fotovoltaiico Centralizado DIMENSIONES ➤ Capacidad de generación ➤ Configuración y componentes	ENFOQUE Mixto TIPO DE INVESTIGACIÓN Aplicada NIVEL DE INVESTIGACIÓN Proyectivo, Descriptivo y Explicativo DISEÑO Cuasi experimental, transversal, de campo y Proyectivo
		PROBLEMAS ESPECÍFICOS 1) ¿En qué medida el Sistema Fotovoltaiico Centralizado cubrirá la demanda máxima del suministro de energía eléctrica en las cuatro Comunidades Nativas del Río Bajo Madre de Dios - 2024? 2) ¿En qué medida el Sistema Fotovoltaiico Centralizado garantizará la cobertura del servicio eléctrico en las cuatro Comunidades Nativas del Río Bajo Madre de Dios - 2024? 3) ¿En qué medida el Sistema Fotovoltaiico Centralizado presentará viabilidad económica para suministrar energía eléctrica en las cuatro Comunidades Nativas del Río Bajo Madre de Dios - 2024?	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS 1) El Sistema Fotovoltaiico Centralizado cubrirá de manera óptima la demanda máxima del suministro de energía eléctrica en las cuatro comunidades Nativas del Río Bajo Madre de Dios - 2024. 2) El Sistema Fotovoltaiico Centralizado garantizará de manera efectiva la cobertura del servicio eléctrico en las cuatro Comunidades Nativas del Río Bajo Madre de Dios - 2024. 3) El Sistema Fotovoltaiico Centralizado presentará viabilidad económica que permitirá garantizar el suministro de energía eléctrica en las cuatro Comunidades Nativas del Río Bajo Madre de Dios - 2024.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS 1) Diseñar el Sistema Fotovoltaiico Centralizado para cubrir la demanda máxima del suministro de energía eléctrica en las cuatro Comunidades Nativas del Río Bajo Madre de Dios - 2024. 2) Dimensionar las características técnicas del Sistema Fotovoltaiico Centralizado para garantizar la cobertura del servicio eléctrico en las cuatro Comunidades Nativas del Río Bajo Madre de Dios - 2024. 3) Realizar una evaluación de la rentabilidad del Sistema Fotovoltaiico Centralizado con el fin de determinar la viabilidad económica del suministro de energía eléctrica en las cuatro Comunidades Nativas del Río Bajo Madre de Dios - 2024.	VARIABLE DEPENDIENTE ➤ Suministro de Energía Eléctrica DIMENSIONES ➤ Demanda Máxima ➤ Cobertura del servicio eléctrico ➤ Viabilidad económica	POBLACIÓN Finita: Todas las Comunidades Nativas del Río Bajo Madre de Dios. Muestra: Muestreo no probabilístico de tipo intensional. Cuatro comunidades nativas (Palma Real, Lago Valencia, Puerto Pardo y Sonene) TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS • Técnica y recolección de datos - Observación directa - Encuestas - Revisión documental (libros, reportes) • Herramientas de recolección de datos - Formatos de padrón y encuestas - Cámara fotográfica (fotografías) - GPS Garmin TÉCNICAS DE ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS • Análisis de datos - Estadística descriptiva - Estadística comparativa - Análisis técnico-operativo • Procesamiento de datos - Cálculos técnicos - Calculo financiero - Aplicación de fórmulas e indicadores - Uso de softwares de apoyo
		Cuatro Comunidades Nativas				

Nota. Elaboración Propia (Referencia: MSc. Manuel Lau Pacheco)

ANEXO N° 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TÍTULO: DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	OPERACIONALIZACIÓN			ESCALA DE MEDICIÓN
			DIMENSIONES	INDICADORES	INDICES / ITEMS	
V.D. Suministro de Energía Eléctrica	El suministro de energía eléctrica es el proceso de proveer de manera continua, segura y suficiente la electricidad generada desde la fuente de producción hasta los usuarios finales ya sean hogares, instituciones o actividades productivas, asegurando la capacidad necesaria para cubrir la demanda máxima requerida.	La demanda máxima es el valor más alto de potencia eléctrica (kW) requerido por el conjunto de usuarios en un periodo específico, obtenido mediante estimación a partir del inventario de cargas eléctricas, su potencia nominal, factores de uso y simultaneidad. Para su cálculo, se registran o estiman los consumos en intervalos regulares y se identifica el valor pico alcanzado, el cual se emplea para dimensionar el sistema fotovoltaico centralizado.	Demanda Máxima	Demanda maxima de potencia $D_{max} = \sum_{j=1}^m P_{nom,j} \times FS \text{ (kW)}$	- Dmax < Pinst, se garantiza la demanda - Dmax > Pinst, no se garantiza la demanda	Razon
	Se entiende por Cobertura del servicio eléctrico como el alcance o proporción de la población, viviendas, instituciones y actividades productivas que cuentan con acceso efectivo a la energía eléctrica dentro de un área geográfica determinada.	La Cobertura del servicio eléctrico es la proporción de viviendas, instituciones y establecimientos productivos de un área determinada que cuentan con conexión activa y funcional al sistema fotovoltaico centralizado, en relación con el total de unidades existentes en la zona de estudio. Se determina contrastando el número de usuarios con acceso al servicio frente al total de usuarios potenciales.	Cobertura del servicio eléctrico	% de viviendas conectadas $\%Conex = \frac{N_{conectadas}}{N_{totales}} \times 100 \text{ (\%)}$	- %Conex = 100%, se garantiza la cobertura - %Conex < 100%, no se garantiza la cobertura	Razon
	La Viabilidad económica es la capacidad de un proyecto, iniciativa o inversión para generar beneficios o rendimientos que justifiquen los costos y recursos invertidos, garantizando su sostenibilidad financiera en el tiempo.	La Viabilidad económica es la capacidad del sistema fotovoltaico centralizado para generar beneficios o ahorros que justifiquen la inversión inicial y los costos de operación y mantenimiento, evaluada mediante indicadores financieros como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la relación Beneficio/Costo (B/C). Su determinación se realiza a partir de la proyección de flujos de caja, costos y beneficios durante la vida útil del proyecto, considerando un horizonte temporal definido y una tasa de descuento específica.	Viabilidad económica	$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+r)^t} - I_0 \text{ (S/.)}$ $TIR: 0 = \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t} \text{ (\%)}$ $B/C = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}$	- VAN > 0, la inversion genera valor. - VAN < 0, destruye valor. - VAN = 0, es indiferente - B/C > 1, El proyecto es rentable - B/C = 1, El proyecto es indiferente. - B/C < 1, El proyecto no es rentable	Razon

Nota. Elaboración Propia (Referencia: MSc. Manuel Lau Pacheco)

ANEXO N° 3: PADRÓN Y ENCUESTAS REALIZADAS EN CAMPO

PADRON DE USUARIOS POR LOCALIDAD

PROYECTO: "DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024"

LOCALIDAD: LAGO VALENCIA
 PROVINCIA: TAMBOPATA
 NOMBRE DE AUTORIDAD: EDIN HUAYLLAHUA CACHIQUE

DISTRITO: LAS PIEDRAS
 DEPARTAMENTO: Madre de Dios

Predio: ☒ Vivienda ☐ Vivienda Comercio ☐ Predio de Uso General

FECHA: 08/06/23

N° LOTE	Nombre y Apellido	N° DNI	USO PREDIO	N° Hab/ Lote	Material Fachada Vivienda			COORDENADAS WGS 84		ALTITUD m.s.n.m.	Firma
					Concreto	Madera	Quincha	NORTE	ESTE		
1	LUIS ALBERTO CONDORI RUISPE			4		X		8628547	521352	179	
2	FRANKLIN SIHUAYACANCA ARGUE			4		X		8628503	521352	174	
3	ANDRES PINEDO MORALES	04807063	VI	5		X		8628673	521579	198	<i>Andres</i>
4	MARIA TERESA TANANTA PINEDO	47341134	VI	5		X		8628673	521663	199	<i>Maria</i>
5	LUZ EUSEI GUEVARA MACUYAMA	48869316	VI	4		X		8628648	521626	200	<i>Luz</i>
6	JUAN VERA BONZALES		VI	5		X		8628613	521577	198	
7	ELDA L VERA BONZALES	04810305	VI	5		X		8628647	521572	196	<i>Elda</i>
8	CIRILA ABUIN TAMANA		VI	4		X		8628634	521553	194	
9	JUANA LOURDES CONDORI CHANAN	48444945	VI	3		X		8628505	521343	181	<i>Juana</i>
10	CESAR BENITO CONDORI MACUYAMA	80659973	VI	4		X		8628541	521269	194	<i>Cesar</i>
11	HERMES PINEDO MORALES	04805476	VI	5		X		8628678	521219	208	<i>Hermes</i>
12	JANET SIDNEY CHAVEZ BIERSCH	04821132	VI	5		X		8628685	521320	205	<i>Janet</i>
13	SALUSTIANO SEGUNDO CHAVEZ CARDENAS	04812881	VI	3		X		8628671	521324	202	<i>Salustiano</i>
14	TANIA CHAVEZ BIERSCH	04816141	VI	4		X		8628649	521307	201	<i>Tania</i>
15	FRANCISCO DURAN GUERRA		VI	5		X		8628698	521334	196	

ASOCIACION DE AGRICULTORES Y PRODUCTORES
 DE LA POBLACION AGROPECUARIA
 Edin Huayllahua Cachique
 DNI: 1024857
 PRESIDENTE

Nombre: *Fredy*
 DNI: *MAHANI*
 Ing. Responsable: *41873892*

PADRON DE USUARIOS POR LOCALIDAD

PROYECTO: "DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024"

LOCALIDAD: LAGO VALENCIADISTRITO: LAS PIEDRASPROVINCIA: TAMBOPATA

DEPARTAMENTO: Madre de Dios

NOMBRE DE AUTORIDAD: EDIN HUAYLLAHUA CACHIBUEPredio: Vivienda ☒ VI

NC Vivienda Comercio

FG Predio de Uso General

FECHA:

08/06/23

N° LOTE	Nombre y Apellido	N° DNI	USO PREDIO	N° Hab/ Lote	Material Fachada Vivienda			COORDENADAS WGS 84		ALTITUD m.s.n.m.	Firma
					Concreta	Madera	Quincha	NORTE	ESTE		
16	JORGE LUIS CONDORI QUISPE	43242158	VI	4		X		8628705	521295	190	
17	EDUARDO PINEDO MORALES	04804824	VI	5		X		8628625	521314	197	<i>[Firma]</i>
18	GABRIEL IKEDA HUAYAHUA		VI	4		X		8628602	521289	201	
19	FATIMA MARGARITA URACKO METZGER	40923664	VI	3		X		8628604	521234	199	
20	BENJIN. KOAGURA ARRUNATEBUI	71780975	VI	2		X		8628663	521199	197	<i>[Firma]</i>
21	GUILHERMO IGUEDA HUALLAHUA		VI	3		X		8628648	521260	176	
22	MADELEINE PINEDO CASTRO	80046524	VI	3		X		8628708	521283	205	<i>[Firma]</i>
23	I.E. BR N° 52003 FRANCISCO GOLONESI (A)	43471129	PG			X		8628598	521442	194	<i>[Firma]</i>
24	I.E. BR N° 52003 FRANCISCO GOLONESI (B)	43471130	PG			X		8628552	521460	193	<i>[Firma]</i>
25	I.E. BR N° 346 INICIAL LAGO VALENCIA					X		8628553	521474	190	
26	SALON COMUNAL					X		8628550	521486	188	
27	CAPILLA SANTA ROSA DE LIMA					X		8628539	521423	188	
28	PUESTO DE SALUD LAGO VALENCIA	2749				X		8628543	521409	185	<i>[Firma]</i>
29	LOCAL DE CASTAÑEROS	41267392				X		8628623	521303	177	

ASOCIACIÓN DE AGRICULTORES Y PRODUCTORES
DE LA POBLACIÓN INDÍGENA

[Firma]

Edin Huayllahua Cachibue
DNI: 1024057
PRESIDENTE

Nombre
DNI
Ing. Responsable

[Firma]

Nombre
DNI
Ing. Responsable

FLEOY HANANI SOLVIAZ
42872892

PADRON DE USUARIOS POR LOCALIDAD

PROYECTO: "DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024"

LOCALIDAD: CC.NN. PALMA REAL
 PROVINCIA: TAMBOPATA
 NOMBRE DE AUTORIDAD: CARLOS TIRINA SONIA

DISTRITO: TAMBOPATA
 DEPARTAMENTO: Madre de Dios

FECHA: 09/06/23

N° LOTE	Nombre y Apellido	N° DNI	USO PREDIO	N° Hab/ Lote	Material Fachada Vivienda			COORDENADAS WGS 84		ALTITUD m.s.n.m.	Firma
					Concreto	Madera	Quincha	NORTE	ESTE		
1	JORDAN KIOSHO DAKITAHUASI	04483412	VI	31		X		8616952	524492	179	<i>isdon</i>
2	JOSE KIOSHO EQUINEY	60287668	VI	5		X		8616946	524494	180	<i>isfull</i>
3	JULI DIAEZA EQUINEI	76783212	VI	4		X		8616969	524493	179	<i>Juli</i>
4	DENIS VIAEZA HUANE	60287699	VI	5		X		8616976	524482	179	<i>ml</i>
5	MARCELINO DIAEZA EQUINEI	46025064	VI	5		X		8616988	524487	180	<i>mel</i>
6	MERCEDES SEHUA VIAEZA	04823404	VI	3		X		8616926	524437	180	<i>eb</i>
7	ENZO DIAEZA SEHUA	76877266	VI	31		X		8616914	524495	182	<i>Enzo</i>
8	LINA SEHUA VIAEZA	80102386	VI	3		X		8616957	524455	182	<i>Lina</i>
9	YASIRA SEHUA VIAEZA	47885659	VI	4		X		8616956	524446	183	<i>Yasira</i>
10	DEUNICIA Y. CHIAITEA SEHUA	46563965	VI	4		X		8616950	524438	184	<i>Deunicia</i>
11	RAUL MESHI NAZI	04800709	VI	3		X		8616783	524446	184	<i>Raul</i>
12	FARISEO MACHUQUI LAPATA	48995089	VI	5		X		8617029	524456	184	
13	RUBEN MACHUQUI ANASTO	68911347	VI	5		X		8617032	524447	184	
14	ZARA MESHI MIYAHEZA			4		X		8616987	5244133	186	
15	OMALI SHANOCUA IAIJIA			3		X		8616986	524402	188	

Carlos Tirina Sonia
 CARLOS TIRINA SONIA
 Sello y firma Autoridad 04821783

Fredy Mamani Bolivar
 Nombre: FREDY MAMANI BOLIVAR
 DNI: 42872892
 Ing. Responsable

PADRON DE USUARIOS POR LOCALIDAD

PROYECTO: "DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024"

LOCALIDAD: CCANN. PALMA REAL

DISTRITO: TAMBOPATA

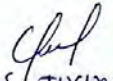
PROVINCIA: TAMBOPATA

DEPARTAMENTO: Madre de Dios

NOMBRE DE AUTORIDAD: CARLOS TIRINA SONIA

FECHA: 09/06/23

N° LOTE	Nombre y Apellido	N° DNI	USO PREDIO	N° Hab/ Lote	Material Fachada Vivienda			COORDENADAS WGS 84		ALTITUD m.s.n.m.	Firma
					Concreto	Madera	Quincha	NORTE	ESTE		
16	RUDI SEHUA VIAEJA		VI	4		X		8616988	52399.2	188	
17	ALEJANDRO YOJAZE CHAETA	47286891	VI	4		X		8616954	524410	190	
18	TANIA ERESIA MESHI HUAHOJEHUA	48995085	VI	5		X		8616919	524438	190	
19	ARMANDO SHOY HUAHOJEHUA	47123414	VI	3		X		8616919	524444	190	
20	GREGORIO MEJEC DIASHEMO	04823403	VI	4		X		8616865	524448	190	
21	ZENON YOJAZE CHAETA	41600277	VI	3		X		8616865	524444	190	
22	LIZMILA SHANOCUA	41600279	VI	4		X		8616836	524424	190	
23	LIZETH YOJAZE SHANOCUA	77703445	VI	5		X		8616839	524451	191	
24	CECILIO YOJAZE CHAETA	48247593	VI	3		X		8616803	524500	191	
25	ENOC HUAHOJEHUA VIAEJA	64825206	VI	3		X		8616772	524438	192	
26	MIBUEL MESHI SHATAHUA		VI	4		X		8616701	524407	191	
27	MANFRE MESHI HUAHOJEHUA		VI	4		X		8616699	524898	192	
28	ELDER SHANOCUA POSHO		VI	5		X		8616848	524393	192	
29	ARTURO CHAETA SHANOCUA	64818368	VI	5		X		8616892	524372	192	
30	BELISARIO MAMIO		VI	4		X		8616908	5243999	192	


 Carlos TIRINA SONIA
 Sello y firma Autoridad 04821783


 Nombre FREDY MAMANI ASLIVAN
 DNI 42873892
 Ing. Responsable

PADRON DE USUARIOS POR LOCALIDAD

PROYECTO: "DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024"

LOCALIDAD: CC.NN. PALMA REAL
 PROVINCIA: TAMBOPATA
 NOMBRE DE AUTORIDAD: CARLOS TIRINA SONIA

DISTRITO: TAMBOPATA

DEPARTAMENTO: Madre de Dios

FECHA:

09/06/23

Predio: Vivienda ☒ VC Vivienda Comercio ☐ PG Predio de Uso General ☐

N° LOTE	Nombre y Apellido	N° DNI	USO PREDIO	N° Hab/ Lote	Material Fachada Vivienda			COORDENADAS WGS 84		ALTITUD m.s.n.m.	Firma
					Concreto	Madera	Quincha	NORTE	ESTE		
31	JOEL TIOSHE EQUINEY		3			X		8616908	5243999	192	
32	ABUSTIN MESHI NÁJI	04821679	5			X		8616911	524415	192	Angel
33	ELICEO MESHI NÁJI	80102383	4			X		8616914	524431	190	Angel
34	MIGUELIN MESHI HUAHOJEHUA		3			X		8616949	524387	191	
35	JAIME SAAVEDRA HEYAHISIA	43861721	4			X		8616975	524359	192	Angel
36	ALICIA SHOZ HUAHOJEHUA	41098399	4			X		8616123	524369	193	Angel
37	MOISES SAAVEDRA HEYAHISIA	42579139	4			X		8616921	524357	192	Angel
38	LUCIO YÓJASE CHAETA	80102382	5			X		8616935	524350	193	
39	JACINTO SAAVEDRA SHATAHUA	04800041	3			X		8616923	524326	192	Angel
40	CELESTINO HEYAHISIA		3			X		8616945	524317	192	
41	RICARDO YÓJASE SHANO CUA	80102385	4			X		8616947	524305	193	Ellos
42	MARIA HUAHOJEHUA DIAESA	04802627	4			X		8616903	524288	194	Angel
43	ERLIN VALDERRAMA NUÑEZ	80004854	4			X		8616881	524263	193	Angel
44	HELEN ANGELICA VALDERRAMA SHANO CUA	77916257	3			X		8616872	524266	193	Angel
45	MELICIO MESHI SHATAHUA	04823409	5			X		8616864	524309	193	Angel

Carlos Tirina Sonia
 Sello y firma Autoridad 04821783

Nombre FREDY NARANJO BOLIVAR
 DNI 42873892
 Ing. Responsable

PADRON DE USUARIOS POR LOCALIDAD

PROYECTO: "DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024"

LOCALIDAD: CC.NN. PALMA REAL

DISTRITO: TAMBOPATA

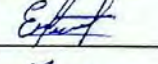
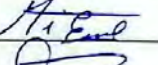
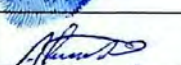
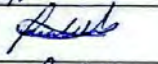
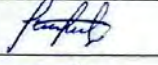
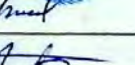
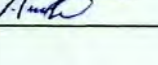
PROVINCIA: TAMBOPATA

DEPARTAMENTO: Madre de Dios

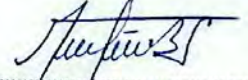
NOMBRE DE AUTORIDAD: CARLOS TIRINA SONIA

FECHA: 09/06/23

Predio: Vivienda ☒ VC Vivienda Comercio ☐ PG Predio de Uso General ☐

N° LOTE	Nombre y Apellido	N° DNI	USO PREDIO	N° Hab/ Lote	Material Fachada Vivienda			COORDENADAS WGS 84		ALTITUD m.s.n.m.	Firma
					Concreto	Madera	Quincha	NORTE	ESTE		
46	LENCIO MESHI SHANOCUA	48457569	VI	4		X		8616867	524295	192	
47	CEBUNDO SAAVEDRA VIAESA	45248958	VI	3		X		8616820	524324	192	
48	EIDIZ MAGALI SHANOCUA HEYAHUA	77103235	VI	3		X		8616797	524309	192	
49	MIGUEL HEYAHUJIA DIKIO	04800629	VI	4		X		8616785	524303	192	
50	ANDRES VICTOR MESHI HUAHOJEHUA	46316411	VI	5		X		8616565	524126	176	
51	PASTOR POSHO HINNEY	04801423	VI	3		X		8616678	524651	190	
52	ALICIA SAAVEDRA HEYAHUJIA		VI	4		X		8617107	524651	190	
53	ABIATAR UKUNCHAM TSAMAJI	77274982	VI	3		X		8616728	524115	173	
54	ALFONSINA SEHUA TIOSHI	04803310	VI	5		X		8616767	524063	168	
55	JULIO POSHO VALDIVIA	46307685	VI	4		X		8616766	524059	170	
56	RONAL MARADONA HUANE HUAHOJEHUA	48116486	VI	3		X		8616725	524053	172	
57	ROLANDO MESHI EQUINEY	46572515	VI	4		X		8616756	524099	176	
58	JUANA EQUINEY SHANOCUA	04802309	VI	5		X		8616811	529112	179	
59	HIDIO HUANE HUAHOJEHUA	46326052	VI	3		X		8616851	524117	183	
60	LUIS VIAESA HUANE	46316408	VI	4		X		8616810	524100	200	


 Carlos Tirina Sonia
 Sello y firma Autoridad 04821783


 Nombre FREDDY MAMANI SOLIVAR
 DNI 42873892
 Ing. Responsable

PADRON DE USUARIOS POR LOCALIDAD

PROYECTO: "DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024"

LOCALIDAD: CC.NN. PALMA REAL
PROVINCIA: TAMBOPATA
NOMBRE DE AUTORIDAD: CARLOS TIRINA SONIA

DISTRITO: TAMBOPATA

DEPARTAMENTO: Madre de Dios

FECHA: 09/06/23

Predio: Vivienda ☒ VI ☐ VC Vivienda Comercio ☐ PG Predio de Uso General

N° LOTE	Nombre y Apellido	N° DNI	USO PREDIO	N° Hab/ Lote	Material Fachada Vivienda			COORDENADAS WGS 84		ALTITUD m.s.n.m.	Firma
					Concreto	Madera	Guincha	NORTE	ESTE		
61	HENRRY POSHO VIAESA	04962332	VI	5		X		8616778	524120	199	
62	CARLOS TIRINA SONIA	04821783	VI	3		X		8616692	524087	198	
63	BENITO HUANE HUAHOSEHUA	46473520	VI	3		X		8616658	524116	196	
64	JESUS MESHI SHATAHUA	04823402	VI	4		X		8616647	524126	198	
65	ESTELA VIAESA SEHUE	44271082	VI	4		X		8616647	524154	202	
66	JUAN CARLOS POSHO	42331745	VI	5		X		8616624	524123	205	
67	ESTEFANY MELISSA TIRINA MESHI	77703446	VI	4		X		8616599	524131	204	
68	JULIO POSHO VIAESA	04812414	VI	3		X		8616578	524145	204	
69	VALENTINO MESHI ERUINEY	47787037	VI	4		X		8616621	524203	208	
70	EDISON SHANDCUA POSHO		VI	5		X		8616635	524206	207	
71	JOSEFINA MESHI ERUINEY	77440153	VI	3		X		8616628	524234	200	
72	CHOCO LIOSHE ERUINEY	76783213	VI	3		X		8616598	524257	201	
73	BETTY BEATRIZ VIAESA PIKI CHEHUE	48477113	VI	5		X		8616705	524194	195	
74	TEODORA HEAHISIA DAKITAHUASI	47420152	VI	4		X		8616775	524276	211	
75	ERICA HADIRA SHANDCUA HEYAHISIA	77179971	VI	5		X		8616758	524250	206	

carlos tirina sonia

Sello y firma Autoridad 04821783

Nombre FREDDY RAMANI SULLIVAN

DNI 42873892

Ing. Responsable

PADRON DE USUARIOS POR LOCALIDAD

PROYECTO: "DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024"

LOCALIDAD: CC.NN. PALMA REAL
 PROVINCIA: TAMBOPATA
 NOMBRE DE AUTORIDAD: CARLOS TIRINA

DISTRITO: TAMBOPATA
 DEPARTAMENTO: Madre de Dios

FECHA: 09/06/23

Predio: Vivienda ☒ VI ☐ VC Vivienda Comercio ☐ PG Predio de Uso General

N° LOTE	Nombre y Apellido	N° DNI	USO PREDIO	N° Hab/ Lote	Material Fachada Vivienda			COORDENADAS WGS 84		ALTITUD m.s.n.m.	Firma
					Concreto	Madera	Quincha	NORTE	ESTE		
76	BERMAN VIAEZA EQUINEY	46316409	VI	4		X		8616746	524331	205	<i>[Firma]</i>
77	LEONELA JUDITH HEYAHIZIA DAKITAHUASI	81059472	VI	3		X		8616718	524332	207	<i>[Firma]</i>
78	JIMI VIAEZA HUANE	63742265	VI	3		X		8616699	524332	207	<i>[Firma]</i>
79	JILBERTO YOSAZE SHANOCUA	43249737	VI	3		X		8616725	524204	160	<i>[Firma]</i>
80	WILSON BALDO MESHI POSHO	77164857	VI	4		X		8616660	524200	162	<i>[Firma]</i>
81	AIDA LUZ MESHI POSHO	77299100	VI	4		X		8616665	524151	162	<i>[Firma]</i>
82	PUESTO DE SALUD PALMA REAL	48564413	PS			X		8616877	524337	193	<i>[Firma]</i>
83	I.E. NAHUIPA N° 52090	47064469	PS			X		8616869	524194	192	<i>[Firma]</i>
84	I.E. INICIAL N° 313 PALMA REAL	40626377	PS			X		8616838	524151	195	<i>[Firma]</i>

[Firma]
 CARLOS TIRINA SORIA
 Sello y firma Autoridad 04821783

[Firma]
 Nombre FREDY NANAANI BOLIVAR
 DNI 42873892
 Ing. Responsable

PADRON DE USUARIOS POR LOCALIDAD

PROYECTO: "DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024"

LOCALIDAD: PUERTO PARDODISTRITO: TAMBOPATAPROVINCIA: TAMBOPATANOMBRE DE AUTORIDAD: ANDRES SZABO MARUPADEPARTAMENTO: Madre de Dios

Predio: Vivienda VI

VC Vivienda Comercio

FG Predio de Uso General

FECHA:

08/06/23

N° LOTE	Nombre y Apellido	N° DNI	USO PREDIO	N° Hab/ lote	Material Fachada Vivienda			COORDENADAS WGS 84		ALTITUD m.s.n.m.	Firma
					Concreto	Madera	Quincho	NORTE	ESTE		
1	ROSARIO HUACHO HUAMANBA	3130124	VI	4		X		8617764	537044	175	<i>[Firma]</i>
2	BEIZA CRUZ ZUBIETA	04823506	VI	4		X		8617777	537054	167	<i>[Firma]</i>
3	MARLEY ALEJANDRINA CEWALL SALAZAR	04806303	VI	5		X		8617755	537009	170	<i>[Firma]</i>
4	MIKE CUAROS NAVARROS	43634983	VI	3		X		8617752	536976	171	<i>[Firma]</i>
5	MANUEL TUCHANI SANTA CRUZ	48584239	VI	3		X		8617756	536963	171	<i>[Firma]</i>
6	VILMA TERRAZA CALDERON	45164534	VI	4		X		8617745	536953	173	<i>[Firma]</i>
7	SERAPIO CUAROS ILACANQUI	74986969	VI	5		X		8617750	536923	174	<i>[Firma]</i>
8	MANUEL CUELLA SANCHEZ	40149352	VI	3		X		8617744	536909	175	<i>[Firma]</i>
9	MARIA AMARUZE BANY	05071167	VI	4		X		8617741	536891	175	<i>[Firma]</i>
10	FRANCISCO JOSE SZABO MARUPA	48991221	VI	5		X		8617730	536843	176	<i>[Firma]</i>
11	MARIA CLOTILDE PAREJA BASCOPE	40226340	VI	6		X		8617720	536826	176	<i>[Firma]</i>
12	ELIAS MURTADO JUNCO	07719338	VI	3		X		8617720	536808	177	<i>[Firma]</i>
13	JESSICA MIRIAN ZABALA DACA	48412128	VI	4		X		8617750	536814	180	<i>[Firma]</i>
14	JOSE LUIS CHOQUE SERNA	47228639	VI	5		X		8617757	536830	177	<i>[Firma]</i>
15	ERIKC JAVIER CERWALL HUAYABAR	71315044	VI	5		X		8617754	536868	177	<i>[Firma]</i>

CASERIO FRONTERIZO PUERTO PARDO

[Firma]
Andres Szabo Marupa
 DNI: 47977508
 Nomb: _____
 DNI: _____

Sello y firma Autoridad

Nombre
 DNI
 Ing. Responsable

[Firma]
FRANCY NARANJO BOLIVAR
 41873891

PADRON DE USUARIOS POR LOCALIDAD

PROYECTO: "DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024"

LOCALIDAD: PUERTO PARDOPROVINCIA: TAMBOPATANOMBRE DE AUTORIDAD: ANDRES SLABO MARUPADISTRITO: TAMBOPATADEPARTAMENTO: Madre de DiosPredio: Vivienda ☒ M

MC Vivienda Comercial

PC Predio de Uso General

FECHA: 06/06/23

N° LOTE	Nombre y Apellido	N° DNI	USO PREDIO	N° Mob/ Lote	Material Fachada Vivienda			COORDENADAS WGS 84		ALTITUD m.s.n.m.	Firma
					Concreto	Madera	Guircha	NORTE	ESTE		
16	JOSE LUIS CERWALL HUAYADAR	71315044	VI	4				8617775	536943	177	Ely
17	LIDIA ROSA CUELLAR CHAVEZ	47476016	VI	3				8617788	536993	177	
18	CAPILLA VIRGEN DEL FATIMA	47977568	PF	5				8617784	537017	177	Adm
19	MATILDE CRUZ ZUDIETA DE SLABO	04822730	VI	4				8617707	536994	178	Adm
20	LEILY LINA CHAVEZ SALAZAR	04827099	VI	4				8617708	536973	178	Lidy
21	JOSE ARMANDO CUELLAR CHAVEZ	47770700	VI	4				8617704	536930	178	Jose Armando
22	ARMANDO JARAMILLO MENDOZA	04804515	VI	3				8617690	536896	179	Armando
23	JUAN MENDOZA TAIRE	73657829	VI	4				8617687	536880	179	Juan Taire
24	BILDER PAREJA BASCOPE	46496659	VI	4				8617665	536901	178	Bilder
25	ANDRES SLABO MARUPA	47977568	VI	5				8617670	536912	178	Adm
26	KATIA ELENA HUACHO CRUZ	45405287	VI	4				8617680	536956	177	Katia
27	ROSSI BACA MARIACA	48467432	VI	4				8617675	536901	178	Rossi
28	FATIMA CHAVEZ FATAH	72020895	VI	5				8617650	536991	177	Fatima
29	OSCAR CHAVEZ CODDELLETI	04818116	VI	5				8617688	536916	181	Oscar
30	CESAR MANUEL LOPEZ TORRES	04801851	VI	4				8617623	536983	136	Cesar

CASERIO FRONTERIZO PUERTO PARDO

PA. 57 M.
Andres Slabo Marupa
 DNI: 47977568

Nombre
 DNI:

Sello y firma Autoridad

Nombre
 DNI
 Ing. Responsable

FREDY MAMANI BOLIVAR
 42873892

PADRON DE USUARIOS POR LOCALIDAD

PROYECTO: "DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024"

LOCALIDAD: PUERTO PARDO
 PROVINCIA: TAMBOPATA
 NOMBRE DE AUTORIDAD: ANDRES SZABO MARUPA

DISTRITO: TAMBOPATA
 DEPARTAMENTO: Madre de Dios

Predio: Vivienda ☒ VI ☐ VC Vivienda Comercio ☐ PG Predio de Uso General

FECHA: 08/06/23

N° LOTE	Nombre y Apellido	N° DNI	USO PREDIO	N° Hab/ Lote	Material Fachada Vivienda			COORDENADAS WGS 84		ALTITUD m.s.n.m.	Firma
					Concreto	Madera	Guincha	NORTE	ESTE		
31	CLAUDIO HIPOLITO CHALLCO	24550505	VI	5		X		8617687	536997	135	
32	MIRIAN ISABEL BUERKA GRANADOS	05070355	VI	3		X		8617646	536968	172	
33	BERMINIA ZUBIETA TIRINA	47472078	VI	4		X		8617734	536802	172	
34	SALON COMUNAL	47477568	PG			X		8617746	536965	178	
35	I.E. OR N° 52004, PUERTO PARDO	40145167	PG			X		8617737	537044	178	
36	PUESTO DE SALUD PUERTO PARDO	31301224	PG			X		8617698	536958	179	
37	I.E. INICIAL 307 PUERTO PARDO	41808511	PG			X		8617613	537053	178	

CASERIO FRONTERIZO PUERTO PARDO

Andres Szabo Marupa
 Nomb Sello y firma Autoridad
 DNI:

Nombre **FIZEOY MAMANI BOLIVAR**
 DNI **41873892**
 Ing. Responsable

PADRON DE USUARIOS POR LOCALIDAD

PROYECTO: "DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024"

LOCALIDAD: CCNN SONENE

PROVINCIA: TAMBOPATA

NOMBRE DE AUTORIDAD: CARLITOS JHUNIOR HUAJO HUAJO

DISTRITO: TAMBO PATA

DÉPARTAMENTO: Madre de Dios

Predio: Vivienda VI

VC Vivienda Comercio

PG Predio de Uso General

FECHA: 08/06/23

N° LOTE	Nombre y Apellido	N° DNI	USO PREDIO	N° Hab/ Lote	Material Fachada Vivienda			COORDENADAS WGS 84		ALTITUD m.s.n.m.	Firma
					Concreto	Madera	Guircha	NORTE	ESTE		
1	CARLITOS JHUNIOR HUAJO HUAJO	61785894	VI	24		X		8610236	532198	185	
2	HEYDI DAYANA TUCHA HUAJOHUAJO	61785937	VI	3		X		8610246	532170	178	
3	RAFAEL UMAESA SEHUA	04823417	VI	24		X		8610208	532294	173	
4	FABIOLA LUSIANA VIAEJA PIKICHEHUE	61785928	VI	4		X		8610210	532303	176	
5	JAVIER VIAEJA PIKICHEHUE	48286728	VI	4		X		8610201	532325	178	
6	ALEX SEHUE HUAJOHUAJO		VI	3		X		8610168	532335	180	
7	ANTONIO TIASHI PINO	04802896	VI	5		X		8610140	532385	176	
8	MARIELA HUAJOHUAJO JONA	04828790	VI	3		X		8610207	532390	180	
9	DAVID BIAEJA ETESE	04801848	VI	5		X		8610200	532406	179	
10	EDY MAURIQUE HUAJOHUAJO JONA	42613739	VI	24		X		8610198	532415	177	
11	SANTIAGO PIKICHEHUE SONIHUA	04818555	VI	3		X		8610187	532436	178	
12	SANTIAGO VIAEJA PIKICHEHUE	61785921	VI	5		X		8610190	532447	177	
13	IBNAJO VIAEJA SEHUA	4627024	VI	4		X		8610196	532471	175	
14	JORDY GABRIEL TUCHA HUAJOHUAJO	61785938	VI	24		X		8610232	532470	179	
15	POY NELSON HUAJOHUAJO VIAEJA	48183706	VI	5		X		8610250	532465	178	

[Firma]

Sello y firma Autoridad

CARLITOS J. HUAJO HUAJO



Nombre FREDY MAHANI BOLIVAR
DNI 42873892
Ing. Responsable

PADRON DE USUARIOS POR LOCALIDAD

PROYECTO: "DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024"

LOCALIDAD: C.N.N. SONENE
PROVINCIA: TAMBOPATA
NOMBRE DE AUTORIDAD:DISTRITO: TAMBOPATA
DEPARTAMENTO: Madre de DiosPredio: Vivienda ☒ ☐ Vivienda Comercio ☐ Predio de Uso General ☐FECHA: 08/06/23

N° LOE	Nombre y Apellido	N° DNI	USO PREDIO	N° Hab/ Lote	Material Fachada Vivienda			COORDENADAS WGS 84		ALTITUD m.s.n.m.	Firma
					Concreto	Madera	Quilcha	NORTE	ESTE		
16	DICOMENES PIKICHEHUE SONIHUA	48183706	VI	5		X		8610277	532481	182	Runk
17	ALBERTO VIAEJA SEHUA	04823419	VI	5		X		8610300	532480	182	L
18	CARLOS HUAJO HUAJO	04823421	VI	3		X		8610318	532499	186	Cupul
19	GREGORIO HUAJOHUAJO JONA	04823519	VI	4		X		8610339	532510	184	Yagor
20	NANCY YANETH VIAEJA HUAJOHUAJO	61785912	VI	5		X		8610332	532487	182	Tut
21	MERI PILAGROS OCHOA MARICHI	80066496	VI	4		X		8610354	532491	185	Hord
22	RODIN DAVID VIAEJA PIKICHEHUE	61785897	VI	5		X		8610304	532458	184	RF
23	BRICELDA SHANOCUA PIKICHEHUE	46316405	VI	4		X		8610308	532452	185	B. B.
24	MARQUITOS DENIS SEHUE HUAJOHUAJO		VI	4		X		8610338	532447	185	
25	RONAL CHAVEZ BONZALES	48998478	VI	4		X		8610325	532382	173	Runk
26	BENJAMIN HUAJOHUAJO JONA		VI	4		X		8610325	532372	182	
27	ISELA MESHI HUAJOHUAJO	77440392	VI	4		X		8610362	532364	173	I. J.
28	SALON COMUNAL C.N. SONENE		PS			X		8610209	532357	180	
29	PUESTO DE SALUD C.N. SONENE		PS			X		8610306	532428	182	
30	CASA DE ARTESANIA MASHEKE		PS			X		8610268	532480	179	

31 I.E.I. N° 343 SONENE

32 I.E. N° 52084 SONENE

PS
PSX
X8610305 532382 180
8610283 532385 182Nombre: MEDY MAMANI ACHUAN
DNI: 42872892
Ing. ResponsableCAYLITOS J. HUAJO HUAJO
Sello y firma Autoridad
61785894

"DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024"

ENCUESTA POR VIVIENDA

1. IDENTIFICACIÓN

NOMBRE DE LOCALIDAD: Puerto Paredo

ESTADÍA: Permanente (más de 6 meses al año) ☒ Estacional (menos de 6 meses) ☐

NOMBRE DE JEFE(A) DE FAMILIA: Elio Hurtado Junco

EDAD: 32 SEXO: Masculino ☒ Femenino ☐

MATERIAL USADO EN LA CONSTRUCCIÓN

Material principal utilizado en la construcción de viviendas:

Ladrillo y cemento ☐ Adobe ☐ Quincha ☐ Piedra y barro ☐

Madera ☒

Material del piso de la vivienda: de Tierra

2. SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

¿Tiene energía eléctrica? SI ☒ NO ☐

Si la tiene indique la fuente: Grupo térmico ☐ Panel Solar ☐

3. ILUMINACIÓN

¿Cuál de los siguientes objetos utiliza para iluminar su hogar en horas de la noche?

Foco con panel solar o baterías ☐

Linternas con pilas ☒

Velas ☒

¿Cuánto gasta en la fuente de iluminación?: S/ 10.00 por semana

4. EQUIPOS ELECTRODOMÉSTICOS

¿Si tuviera electricidad permanente que artefactos tendría en su vivienda?

TV Satelital ☒ Equipo de Sonido ☒ Celulares ☒ Licuadora Refrigerador ☒

Ventilador ☒ Computadora ☐ Horno Microonda ☐

5. ACTIVIDADES ECONÓMICAS

¿Qué actividades económicas realiza?

Agricultura ☒ Ganadería ☐ Pesca ☒ Comercio ☐ Minería ☐

¿Cuánto es su ingreso promedio mensual?: S/ 980

POR EL CONSULTOR

Firma del responsable de la encuesta)
Nombre: FREDY MAMANI BOLIVAN
Cargo: PROYECTISTA

POR LA LOCALIDAD

(VºBº del encuestado)
Nombre: Elio Hurtado Junco
DNI: 07719338

ENCUESTA POR VIVIENDA

1. IDENTIFICACIÓN

NOMBRE DE LOCALIDAD: LAGO VALENCIA

ESTADÍA: Permanente (más de 6 meses al año) ☒ Estacional (menos de 6 meses) ☐

NOMBRE DE JEFE(A) DE FAMILIA: DENJI N. KOAURA ARUNATEBUI

EDAD: 33 SEXO: Masculino ☒ Femenino ☐

MATERIAL USADO EN LA CONSTRUCCIÓN

Material principal utilizado en la construcción de viviendas:

Ladrillo y cemento ☐ Adobe ☐ Quincha ☐ Piedra y barro ☐

Madera ☒

Material del piso de la vivienda: de tierra

2. SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

¿Tiene energía eléctrica? SI ☐ NO ☒

Si la tiene indique la fuente: Grupo térmico ☐ Panel Solar ☐

3. ILUMINACIÓN

¿Cuál de los siguientes objetos utiliza para iluminar su hogar en horas de la noche?

Foco con panel solar o baterías ☐

Linternas con pilas ☒

Velas ☒

¿Cuánto gasta en la fuente de iluminación?: S/ 20 soles

4. EQUIPOS ELECTRODOMÉSTICOS

¿Si tuviera electricidad permanente que artefactos tendría en su vivienda?

TV Satelital ☒ Equipo de Sonido ☒ Celulares ☒ Licuadora Refrigerador ☒

Ventilador ☒ Computadora ☐ Horno Microonda ☐

5. ACTIVIDADES ECONÓMICAS

¿Qué actividades económicas realiza?

Agricultura ☒ Ganadería ☐ Pesca ☒ Comercio ☒ Minería ☐

¿Cuánto es su ingreso promedio mensual?: S/ 500

POR EL CONSULTOR

Firma del responsable de la encuesta)

Nombre: FREDY RAMANI ARIVAN

Cargo: PROY. ECTISTA

POR LA LOCALIDAD

(V°B° del encuestado)

Nombre: DENJI N. KOAURA ARUNATEBUI

DNI: 71780975

"DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024"

ENCUESTA POR VIVIENDA

1. IDENTIFICACIÓN

NOMBRE DE LOCALIDAD: PALMA REAL

ESTADÍA: Permanente (más de 6 meses al año) ☒ Estacional (menos de 6 meses) ☐

NOMBRE DE JEFE(A) DE FAMILIA: RAUL MESHI NASI

EDAD: 29 SEXO: Masculino ☒ Femenino ☐

MATERIAL USADO EN LA CONSTRUCCIÓN

Material principal utilizado en la construcción de viviendas:

Ladrillo y cemento ☐ Adobe ☐ Quincha ☐ Piedra y barro ☐

Madera ☒

Material del piso de la vivienda: TIERRA

2. SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

¿Tiene energía eléctrica? SI ☐ NO ☒

Si la tiene indique la fuente: Grupo térmico ☐ Panel Solar ☐

3. ILUMINACIÓN

¿Cuál de los siguientes objetos utiliza para iluminar su hogar en horas de la noche?

Foco con panel solar o baterías ☐

Linternas con pilas ☐

Velas ☒

¿Cuánto gasta en la fuente de iluminación?: S/ 4.00 por semana

4. EQUIPOS ELECTRODOMÉSTICOS

¿Si tuviera electricidad permanente que artefactos tendría en su vivienda?

TV Satelital ☒ Equipo de Sonido ☒ Celulares ☒ Licuadora Refrigerador ☒

Ventilador ☒ Computadora ☐ Horno Microonda ☐

5. ACTIVIDADES ECONÓMICAS

¿Qué actividades económicas realiza?

Agricultura ☒ Ganadería ☐ Pesca ☒ Comercio ☒ Minería ☐

¿Cuánto es su ingreso promedio mensual?: S/ 800

POR EL CONSULTOR

[Firma]
Firma del responsable de la encuesta)
Nombre: FREDY MAMANI AGLIVAR
Cargo: PROYECTISTA

POR LA LOCALIDAD

[Firma]
(V°B° del encuestado)
Nombre: RAUL MESHI NASI
DNI: 04800709

"DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS – 2024"

ENCUESTA POR VIVIENDA

1. IDENTIFICACIÓN

NOMBRE DE LOCALIDAD: C.N. SONENE

ESTADÍA: Permanente (más de 6 meses al año) ☒ Estacional (menos de 6 meses) ☐

NOMBRE DE JEFE(A) DE FAMILIA: FABIOLA LUSIANA VIAJEJA PIKICHEHUE

EDAD: 48 SEXO: Masculino ☐ Femenino ☒

MATERIAL USADO EN LA CONSTRUCCIÓN

Material principal utilizado en la construcción de viviendas:

Ladrillo y cemento ☐ Adobe ☐ Quincha ☐ Piedra y barro ☐

Madera ☒

Material del piso de la vivienda: TIERRA

2. SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

¿Tiene energía eléctrica? SI ☐ NO ☒

Si la tiene indique la fuente: Grupo térmico ☐ Panel Solar ☐

3. ILUMINACIÓN

¿Cuál de los siguientes objetos utiliza para iluminar su hogar en horas de la noche?

Foco con panel solar o baterías ☐

Linternas con pilas ☐

Velas ☒

¿Cuánto gasta en la fuente de iluminación?: S/ 6.00 POR SEMANA

4. EQUIPOS ELECTRODOMÉSTICOS

¿Si tuviera electricidad permanente que artefactos tendría en su vivienda?

TV Satelital ☒ Equipo de Sonido ☒ Celulares ☒ Licuadora Refrigerador ☒

Ventilador ☒ Computadora ☐ Horno Microonda ☐

5. ACTIVIDADES ECONÓMICAS

¿Qué actividades económicas realiza?

Agricultura ☐ Ganadería ☐ Pesca ☒ Comercio ☒ Minería ☐

¿Cuánto es su ingreso promedio mensual?: S/ 600

POR EL CONSULTOR

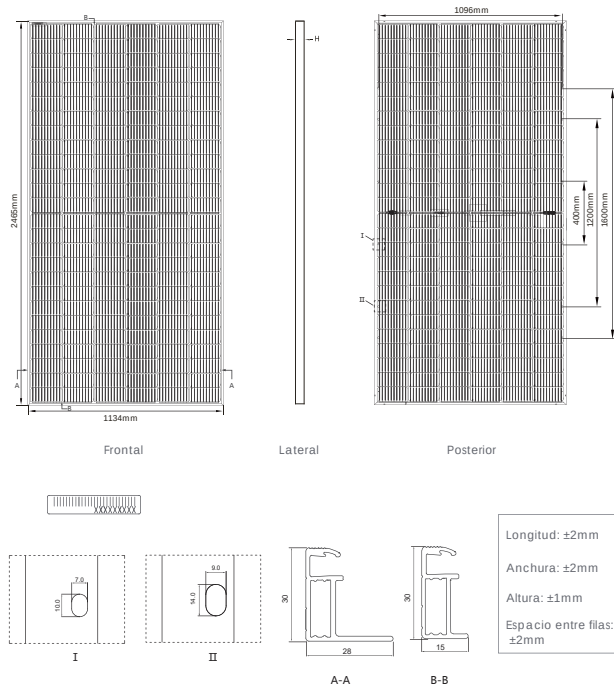
Fredy Namanu
Firma del responsable de la encuesta)
Nombre: FREDY NAMANU OLIVAR
Cargo: PROYECTISTA

POR LA LOCALIDAD

Fabiola
(V°B° del encuestado)
Nombre: FABIOLA L. VIAJEJA PIKICHEHUE
DNI: 61785928

**ANEXO N° 4: FICHA TÉCNICA DEL EQUIPAMIENTO PRINCIPAL DEL
SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO Y REDES SECUNDARIAS**

Diseño del módulo



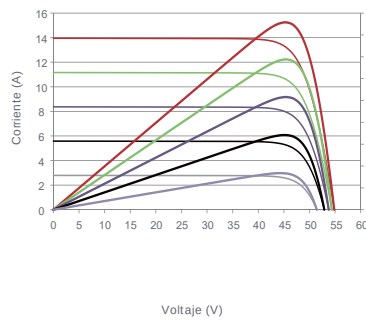
Configuración del embalaje

(Dos palés = una pila)

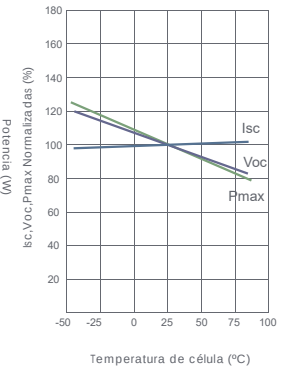
36 unidades/Palés, 72 Unidades/pila, 576 unidades/contenedor de HQ de 40'

Rendimiento eléctrico y dependencia con la temperatura

Curvas de corriente-voltaje y potencia/voltaje (600W)



Isc, Voc y Pmax en función de la temperatura.



Características mecánicas

Tipo de célula	N type Monocristalina
Cant. de célula	156 (2x78)
Dimensiones	2465×1134×35mm (97.05×44.65×1.38 inch)
Peso	34.6kg (76.38 lbs)
Vidrio frontal	2.0mm Capa Antirreflectante
Vidrio posterior	Vidrio reforzado térmicamente de 2.0mm
Marco	Aleación de aluminio anodizado
Caja de conexiones	Clasificación IP68
Cables de salida	TÜV 1x4.0mm², (+): 400 mm, (-): 200 mm o longitud personalizada

ESPECIFICACIONES

Tipo de módulo	JKM590N-78HL4-BDV		JKM595N-78HL4-BDV		JKM600N-78HL4-BDV		JKM605N-78HL4-BDV		JKM610N-78HL4-BDV	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Potencia Nominal (Pmax)	590Wp	444Wp	595Wp	447Wp	600Wp	451Wp	605Wp	455Wp	610Wp	459Wp
Tensión de máxima potencia-Vmpp	44.91V	41.89V	45.08V	42.00V	45.25V	42.12V	45.42V	42.23V	45.60V	42.35V
Corriente de maxima potencia-Imp (A)	13.14A	10.59A	13.20A	10.65A	13.26A	10.71A	13.32A	10.77A	13.38A	10.83A
Tensión en circuito abierto-Voc (V)	54.76V	52.02V	54.90V	52.15V	55.03V	52.27V	55.17V	52.41V	55.31V	52.54V
Corriente de cortocircuito-Isc (A)	13.71A	11.07A	13.79A	11.13A	13.87A	11.20A	13.95A	11.26A	14.03A	11.33A
Eficiencia del módulo (%)	21.11%		21.29%		21.46%		21.64%		21.82%	
Temperatura de funcionamiento (°C)					-40°C~+85°C					
Tensión máxima del sistema					1500VDC (IEC)					
Valor máximo del fusible en serie					30A					
Tolerancia de potencia nominal (%)					0~+3%					
Coeficiente de temperatura de Pmax					-0.30%/°C					
Coeficiente de temperatura de Voc					-0.25%/°C					
Coeficiente de temperatura de Isc					0.046%/°C					
Temperatura de operación nominal de la célula					45±2°C					
Ref. factor bifacial					80±5%					

PRODUCCIÓN BIFACIAL-GANANCIA DE POTENCIA BIFACIAL

	Potencia máxima(Pmáx)	620Wp	625Wp	630Wp	635Wp	641Wp
5%	Eficiencia del módulo Stc(%)	22.16%	22.35%	22.54%	22.73%	22.91%
	Potencia máxima(Pmáx)	679Wp	684Wp	690Wp	696Wp	702Wp
15%	Eficiencia del módulo Stc(%)	24.27%	24.48%	24.68%	24.89%	25.10%
	Potencia máxima(Pmáx)	738Wp	744Wp	750Wp	756Wp	763Wp
25%	Eficiencia del módulo Stc(%)	26.38%	26.61%	26.83%	27.05%	27.28%

*STC: Irradiancia 1000W/m² Temperatura de la célula 25 °C AM=1.5

NOCT: Irradiancia 800W/m² Temperatura ambiente 20 °C AM=1.5 Velocidad del viento 1 m/s

Este documento es una traducción al español de la versión original en inglés. La versión original en inglés prevalece en caso de discrepancias entre el documento original y la traducción.

JKM590-610N-78HL4-BDV-F2-SP

Los datos mecánicos y eléctricos están sujetos a variaciones

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

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

www.victronenergy.com



MPPT RS SmartSolar 450|100



Interior del MPPT RS SmartSolar 450|100

Controlador de carga solar con Seguimiento ultrarrápido del Punto de Máxima Potencia (MPPT)

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

Varias entradas de seguimiento MPPT independientes

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

Conexiones FV aisladas para más seguridad

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

Amplio rango de tensión MPPT

Rango operativo de entre 65 y 450 VCC FV con una tensión de arranque de 120 VCC FV.

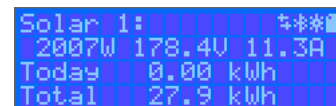
Ligero, eficiente y silencioso

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

Pantalla y Bluetooth

La pantalla muestra parámetros de la batería y del controlador.

Se puede acceder a estos parámetros con un *smartphone* u otro dispositivo con Bluetooth. Además, se puede usar Bluetooth para configurar el sistema y cambiar los parámetros con VictronConnect.



Vigilancia de la resistencia al aislamiento fotovoltaico para estar tranquilo con tensiones más altas

El MPPT RS vigila continuamente el conjunto FV y puede detectar si hay fallos que reduzcan el aislamiento de los paneles hasta niveles poco seguros.

Puerto VE.Can y VE.Direct

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

Conexiones I/O

Conexiones de relé programable, sensor de temperatura, auxiliar, entrada digital y sensor de tensión. La entrada remota puede aceptar el smallBMS de Victron y otros tipos de BMS con señal "Permiso de carga".

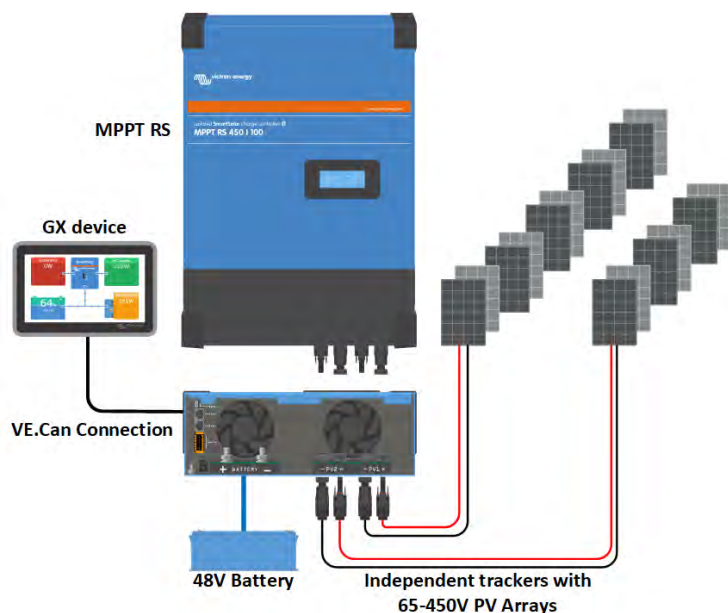
Configuración y control con VictronConnect →

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

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

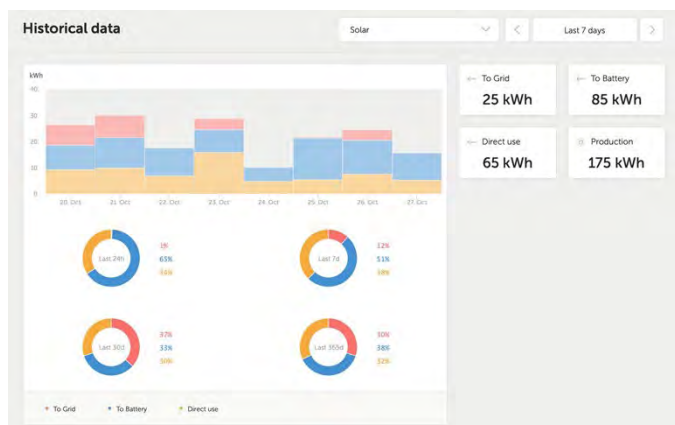
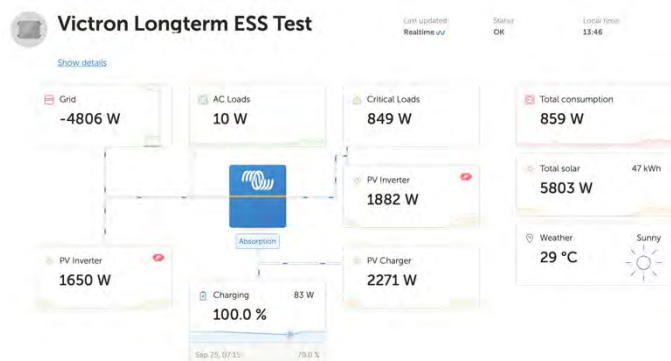
Pruebe la demo de VictronConnect para ver todo el rango de configuraciones y opciones de pantalla con datos de muestra.





Portal VRM

Cuando el MPPT RS esté conectado a un dispositivo GX con conexión a Internet, o al GlobalLink 520 con conectividad 4G integrada, podrá acceder a nuestro sitio web gratuito de seguimiento a distancia (VRM). Le mostrará todos los datos de su sistema en un completo formato gráfico. Se pueden recibir alarmas por correo electrónico.



MPPT RS SmartSolar aislado	450 100	450 200
CARGADOR		
Tensión de la batería	48 V	
Corriente de carga nominal	100 A	200 A
Potencia de carga máxima	5,8 kW a 57,6 V	11,5 kW a 57,6 V
Tensión de carga de “absorción”	Valores predeterminados: 57,6 V (regulable)	
Tensión de carga de “flotación”	Valores predeterminados: 55,2 V (regulable)	
Rango de tensión programable	Mínima: 36 V Máxima: 60 V ⁽⁷⁾	
Algoritmo de carga	Adaptativo multifase (regulable)	
Sensor de temperatura de la batería	Incluido	
Eficiencia máxima	96 %	
Autoconsumo	15 mA	
SOLAR		
Tensión FV CC máxima	450 V	
Tensión de arranque	120 V	
Rango de tensión de trabajo del MPPT	65 – 450 V ⁽¹⁾	
Número de rastreadores	2	4
Máx. corriente de entrada operativa FV	16 A por rastreador	
Máxima corriente de corto circuito FV ⁽²⁾	20 A por rastreador	
Máxima potencia de carga de salida CC	4000 W por rastreador 5760 W total	4000 W por rastreador 11520 W total
Tamaño máximo del conjunto FV por rastreador ⁽³⁾	7200 Wp (450 V x 20 A) ⁽³⁾	
Nivel de fallo del aislamiento FV ⁽⁴⁾	100 kΩ	
GENERAL		
Funcionamiento en paralelo sincronizado	Sí, hasta 25 unidades con VE.Can	
Relé programable ⁽⁵⁾	Sí	
Protección	Polaridad inversa FV Cortocircuito de salida Sobretemperatura	
Comunicación de datos	Puerto VE.Direct, puerto VE.Can y Bluetooth ⁽⁶⁾	
Frecuencia Bluetooth	2402 – 2480 MHz	
Potencia Bluetooth	4 dBm	
Puerto de entrada analógico/digital de uso general	Sí, 2	
On/Off remoto	Sí	
Rango de temperatura de trabajo	-40 a +60 °C (refrigerado por ventilador)	
Humedad (sin condensación)	máx. 95 %	
CARCASA		
Material y color	acero, azul RAL 5012	
Grado de protección	IP21	
Conexión de la batería	2 pernos M8, 1 positivo y 1 negativo	4 pernos M8, 2 positivos y 2 negativos
Terminales de alimentación entrada FV	Un par de conectores MC4 macho y hembra por rastreador	
Peso	7,9 kg	13,7 kg
Dimensiones (al x an x p) en mm	440 x 313 x 126	487 x 434 x 146
NORMAS		
Seguridad	EN-IEC 62109-1	
País de origen	Diseñado en los Países Bajos Fabricado en India	
1) El rango de funcionamiento del MPPT está limitado por la tensión de la batería - VOC FV no debe superar la tensión de flotación de la batería multiplicada por 8. Por ejemplo, para una tensión de flotación de 52,8 V, sería una VOC FV máxima de 422,4 V. Para más información, consulte el manual del producto.		
2) Una corriente de cortocircuito más alta podría dañar el controlador en caso de que el conjunto FV se haya conectado con polaridad inversa.		
3) Máximo de 450 VOC resulta en 360 Vmpp aprox., por lo que el conjunto FV máximo es de aprox. 360 V x 20 A = 7200 Wp		
4) El SmartSolar MPPT RS comprobará si hay suficiente aislamiento resistivo entre FV+ y GND y FV- y GND. En caso de que la resistencia caiga por debajo del umbral, la unidad mostrará un error y enviará la señal de error al dispositivo GX (si está conectado) para que se envíe una notificación sonora y por correo electrónico. A pesar del error, el producto seguirá cargando la batería.		
5) Relé programable que puede configurarse como alarma general, subtenión CC o función de arranque/parada del generador. Capacidad nominal CC: 4 A hasta 35 VCC y 1 A hasta 70 VCC		
6) Actualmente el MPPT RS no es compatible con las redes VE.Smart		
7) El punto de referencia del cargador (flotación y absorción) puede fijarse en un máximo de 60 V. La tensión de salida en los terminales del cargador puede ser mayor, debido a la compensación de temperatura y a la compensación por la caída de tensión en los cables de la batería. La máxima corriente de salida se reduce de forma lineal de corriente completa a 60 V a 5 A a 62 V. La tensión de equalización puede fijarse en un máximo de 62 V y el porcentaje de corriente de equalización puede fijarse en un máximo del 6 %.		

- 1) El rango de funcionamiento del MPPT está limitado por la tensión de la batería - VOC FV no debe superar la tensión de flotación de la batería multiplicada por 8. Por ejemplo, para una tensión de flotación de 52,8 V, sería una VOC FV máxima de 422,4 V. Para más información, consulte el manual del producto.
- 2) Una corriente de cortocircuito más alta podría dañar el controlador en caso de que el conjunto FV se haya conectado con polaridad inversa.
- 3) Máximo de 450 VOC resulta en 360 Vmpp aprox., por lo que el conjunto FV máximo es de aprox. 360 V x 20 A = 7200 Wp
- 4) El SmartSolar MPPT RS comprobará si hay suficiente aislamiento resistivo entre FV+ y GND y FV- y GND. En caso de que la resistencia caiga por debajo del umbral, la unidad mostrará un error y enviará la señal de error al dispositivo GX (si está conectado) para que se envíe una notificación sonora y por correo electrónico. A pesar del error, el producto seguirá cargando la batería.
- 5) Relé programable que puede configurarse como alarma general, subtensión CC o función de arranque/parada del generador. Capacidad nominal CC: 4 A hasta 35 VCC y 1 A hasta 70 VCC
- 6) Actualmente el MPPT RS no es compatible con las redes VE.Smart
- 7) El punto de referencia del cargador (flotación y absorción) puede fijarse en un máximo de 60 V. La tensión de salida en los terminales del cargador puede ser mayor, debido a la compensación de temperatura y a la compensación por la caída de tensión en los cables de la batería. La máxima corriente de salida se reduce de forma lineal de corriente completa a 60 V a 5 A a 62 V. La tensión de equalización puede fijarse en un máximo de 62 V y el porcentaje de corriente de equalización puede fijarse en un máximo del 6 %.

Inversor/cargador Quattro

3kVA - 15kVA

compatible con baterías de Litio-Ion

www.victronenergy.com



Quattro
48/5000/70-100/100



Quattro
48/15000/200-100/100

Dos entradas CA con conmutador de transferencia integrado

El Quattro puede conectarse a dos fuentes de alimentación CA independientes, por ejemplo a la toma de puerto o a un generador, o a dos generadores. Se conectará automáticamente a la fuente de alimentación activa.

Dos salidas CA

La salida principal dispone de la funcionalidad "no-break" (sin interrupción). El Quattro se encarga del suministro a las cargas conectadas en caso de apagón o de desconexión de la toma de puerto/generador. Esto ocurre tan rápidamente (menos de 20 milisegundos) que los ordenadores y demás equipos electrónicos continúan funcionando sin interrupción.

La segunda salida sólo está activa cuando una de las entradas del Quattro tiene alimentación CA. A esta salida se pueden conectar aparatos que no deberían descargar la batería, como un calentador de agua, por ejemplo.

Potencia prácticamente ilimitada gracias al funcionamiento en paralelo

Hasta 6 unidades Quattro pueden funcionar en paralelo. Seis unidades 48/10000/140, por ejemplo, darán una potencia de salida de 48kW / 60kVA y una capacidad de carga de 840 amperios.

Capacidad de funcionamiento trifásico

Se pueden configurar tres unidades para salida trifásica. Pero eso no es todo: hasta 6 grupos de tres unidades pueden conectarse en paralelo para lograr una potencia del inversor de 144 kW/180 kVA y más de 2500 A de capacidad de carga.

PowerControl - En caso de potencia limitada del generador, de la toma de puerto o de la red

El Quattro es un cargador de baterías muy potente. Por lo tanto, usará mucha corriente del generador o de la toma de puerto (hasta 16 A por cada Quattro de 5 kVA a 230 VCA). Se puede establecer un límite de corriente para cada una de las entradas CA. Entonces, el Quattro tendrá en cuenta las demás cargas CA y utilizará la corriente sobrante para la carga de baterías, evitando así sobrecargar el generador o la red eléctrica.

PowerAssist - Refuerzo de la potencia del generador o de la toma de puerto

Esta función lleva el principio de PowerControl a otra dimensión, permitiendo que Quattro complemente la capacidad de la fuente alternativa. Cuando se requiera un pico de potencia durante un corto espacio de tiempo, como pasa a menudo, el Quattro compensará inmediatamente la posible falta de potencia de la corriente de la red o del generador con potencia de la batería. Cuando se reduce la carga, la potencia sobrante se utiliza para recargar la batería.

Energía solar: Potencia CA disponible incluso durante un apagón

El Quattro puede utilizarse en sistemas FV, conectados a la red eléctrica o no, y en otros sistemas eléctricos alternativos.

Hay disponible software de detección de falta de suministro.

Configuración del sistema

- En el caso de una aplicación autónoma, si ha de cambiarse la configuración, se puede hacer en cuestión de minutos mediante un procedimiento de configuración de los conmutadores DIP.
- Las aplicaciones en paralelo o trifásicas pueden configurarse con el software VE.Bus Quick Configure y VE.Bus System Configurator.
- Las aplicaciones no conectadas a la red, que interactúan con la red y de autoconsumo que impliquen inversores conectados a la red y/o cargadores solares MPPT pueden configurarse con Asistentes (software específico para aplicaciones concretas).

Seguimiento y control in situ

Hay varias opciones disponibles: Monitor de baterías, panel Multi Control, Color Control GX y otros dispositivos, smartphone o tableta (Bluetooth Smart), portátil u ordenador (USB o RS232).

Seguimiento y control a distancia

Color Control GX y otros dispositivos.

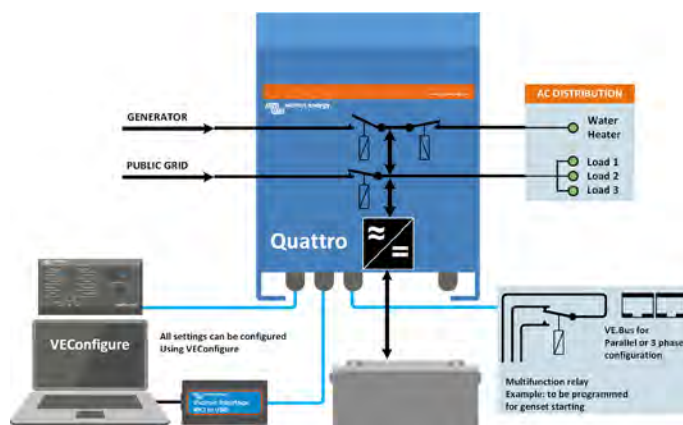
Los datos se pueden almacenar y mostrar gratuitamente en la web VRM (Victron Remote Management).

Configuración a distancia

Se puede acceder a los datos y cambiar los ajustes de los sistemas con Color Control GX y otros dispositivos si está conectado a Ethernet.



Color Control GX con una aplicación FV



Quattro	12/3000/120-50/50 24/3000/70-50/50	12/5000/220-100/100 24/5000/120-100/100 48/5000/70-100/100	24/8000/200-100/100 48/8000/110-100/100	48/10000/140-100/100	48/15000/200-100/100
PowerControl / PowerAssist	Sí				
Conmutador de transferencia integrado	Sí				
2 entradas CA	Rango de tensión de entrada: 187-265 VCA Frecuencia de entrada: 45 — 65 Hz Factor de potencia: 1				
Corriente máxima de alimentación (A)	2x 50	2x100	2x100	2x100	2x100
INVERSOR					
Rango de tensión de entrada (VCC)	9,5 — 17V 19 — 33V 38 — 66V				
Salida (1)	Tensión de salida: 230 VCA ± 2% Frecuencia: 50 Hz ± 0,1%				
Potencia cont. de salida a 25°C (VA) (3)	3000	5000	8000	10000	15000
Potencia cont. de salida a 25°C (W)	2400	4000	6500	8000	12000
Potencia cont. de salida a 40°C (W)	2200	3700	5500	6500	10000
Potencia cont. de salida a 65° C (W)	1700	3000	3600	4500	7000
Pico de potencia (W)	6000	10000	16000	20000	25000
Eficacia máxima (%)	93 / 94	94 / 94 / 95	94 / 96	96	96
Consumo en vacío (W)	20 / 20	30 / 30 / 35	60 / 60	60	110
Consumo en vacío en modo de ahorro (W)	15 / 15	20 / 25 / 30	40 / 40	40	75
Consumo en vacío en modo de búsqueda (W)	8 / 10	10 / 10 / 15	15 / 15	15	20
CARGADOR					
Tensión de carga de 'absorción' (VCC)	14,4 / 28,8	14,4 / 28,8 / 57,6	28,8 / 57,6	57,6	57,6
Tensión de carga de "flotación" (VCC)	13,8 / 27,6	13,8 / 27,6 / 55,2	27,6 / 55,2	55,2	55,2
Modo de almacenamiento (VCC)	13,2 / 26,4	13,2 / 26,4 / 52,8	26,4 / 52,8	52,8	52,8
Corriente de carga de la batería auxiliar (A) (4)	120 / 70	220 / 120 / 70	200 / 110	140	200
Corriente de carga batería arranque (A)	4 (solo modelos de 12 y 24V)				
Sensor de temperatura de la batería	Sí				
GENERAL					
Salida auxiliar (A) (5)	25	50	50	50	50
Relé programable (6)	3x	3x	3x	3x	3x
Protección (2)	a - g				
Puerto de comunicación VE.Bus	Para funcionamiento paralelo y trifásico, supervisión remota e integración del sistema				
Puerto de comunicaciones de uso general	2x	2x	2x	2x	2x
On/Off remoto	Sí				
Características comunes	Temp. de trabajo: -40 a +65 °C Humedad (sin condensación): máx. 95%				
CARCASA					
Características comunes	Material y color: aluminio (azul RAL 5012) Grado de protección IP 21				
Conexión a la batería	Cuatro pernos M8 (2 conexiones positivas y 2 negativas)				
Conexión 230 V CA	Bornes de tornillo de 13 mm.² (6 AWG)	Pernos M6	Pernos M6	Pernos M6	Pernos M6
Peso (kg)	19	34 / 30 / 30	45 / 41	51	72
Dimensiones (al x an x p en mm.)	362 x 258 x 218	470 x 350 x 280 444 x 328 x 240 444 x 328 x 240	470 x 350 x 280	470 x 350 x 280	572 x 488 x 344
NORMATIVAS					
Seguridad	EN-IEC 60335-1, EN-IEC 60335-2-29, EN-IEC 62109-1				
Emisiones, Inmunidad	EN 55014-1, EN 55014-2, EN-IEC 61000-3-2, EN-IEC 61000-3-3, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-3				
Vehículos de carretera	Modelos de 12 y 24V: ECE R10-4				
Antiisla	Visite nuestra página web				
1) Puede ajustarse a 60 Hz; 120 V 60 Hz si se solicita 2) Claves de protección: a) cortocircuito de salida b) sobrecarga c) tensión de la batería demasiado alta d) tensión de la batería demasiado baja h) temperatura demasiado alta f) 230 VCA en la salida del inversor g) ondulación de la tensión de entrada demasiado alta		3) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 4) A 25 ° C de temperatura ambiente 5) Se desconecta sin hay fuente CA externa disponible 6) Relé programable que puede configurarse, entre otros, como función de alarma general, subtenensión CC o arranque del generador Capacidad nominal CA 230 V/4 A Capacidad nominal CC 4 A hasta 35 VCC, 1 A hasta 60 VCC			



Panel Digital Multi Control

Una solución práctica y de bajo coste para el seguimiento remoto, con un selector giratorio con el que se pueden configurar los niveles de PowerControl y PowerAssist.



Mochila VE.Bus Smart
Mide la tensión y la temperatura de la batería y permite monitorizar y controlar Multis y Quattros con un *smartphone* u otro dispositivo con Bluetooth.



Funcionamiento y supervisión controlados por ordenador

Hay varias interfaces disponibles:

Color Control GX y otros dispositivos

Monitorear y controlar, de forma local e remota, no [Portal VRM](#).

Interfaz MK3-USB VE.Bus a USB

Se conecta a un puerto USB (ver [Guía para el VEConfigure](#))

Interfaz VE.Bus a NMEA 2000

Liga o dispositivo a uma rede eletrônica marinha NMEA2000. Consulte o [guia de integração NMEA2000 e MFD](#)



Monitor de baterías BMV-712 Smart

Utilice un *smartphone* u otro dispositivo con Bluetooth para:

- personalizar los ajustes,
- consultar todos los datos importantes en una sola pantalla,
- ver los datos del historial y actualizar el *software* conforme se vayan añadiendo nuevas funciones.

SERIE TFS & RS

AGM CICLO PROFUNDO DEEP CYCLE AGM

Características

- Tecnología AGM.
- Diseño de vida extremadamente alto en uso cíclico.
- Clasificación EUROBAT: 12 + Larga Vida.
- Baterías VRLA, sin mantenimiento, 99% eficiencia en la recombinación interna de gases.
- Fácil instalación y comprobación.
- Carcasa de ABS V0, retardante de llama.
- Batería 100% reciclable.

Aplicaciones

Energía fotovoltaica, auto caravanas, caravanas, barcos, carretillas elevadoras, plataformas elevadoras, vehículos eléctricos, barredoras, fregadoras, elevadores, apiladores, luminarias de carretera.

Main Features

- AGM technology.
- Extremely high cyclic life.
- EUROBAT classification; 12+ years design life, Long Life.
- VRLA batteries, maintenance free, internal gas recombination efficiency 99%.
- Easy installation and commissioning.
- ABS V0 (flame retardant) container and lid.
- Battery 100% recyclable.

Main uses

Solar energy systems, mobile homes, street solar lighting, vessels, fork lifts, lifting platforms, electrical vehicles, sweepers, scrubbing machines, electric stackers, etc.

Model	Nominal Voltage (V)	Rated Capacity (AH) 10HR	Dimension								Weight	I.R.	Terminal type
			Length		Width		Height		Total Height				
			mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	kg		
UP-TFS250-12	12	250	555	21.8	125	4.9	320	12.6	320	12.6	57.3	4.03	1+1 FA
UP-RS250-6	6	255	386	15.3	168	6.7	232	9.1	232	9.1	35.0	1.4	1+1 TA
UP-RS388-4	4	388	386	15.3	168	6.7	232	9.1	232	9.1	36.0	0.81	1+1 TA
UP-RS500-2	2	500	386	15.3	168	6.7	232	9.1	232	9.1	28.5	0.39	2+2 FA
UP-RS625-2	2	625	386	15.3	168	6.7	232	9.1	232	9.1	32.0	0.35	2+2 FA
UP-RS775-2	2	775	386	15.3	168	6.7	232	9.1	232	9.1	36.0	0.31	2+2 TA

* Las medidas y especificaciones están sujetas a modificaciones sin previo

* Technical specifications may be change without any notice,



ANEXO N° 5: METRADO Y PRESUPUESTO REFERENCIAL

VALOR REFERENCIAL

RESUMEN GENERAL

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024

DEPARTAMENTO : MADRE DE DIOS

FECHA: 26/05/2025

ITEM	DESCRIPCION	SISTEMA DE GENERACION FOTOVOLTAICA		TOTAL S/
		SISTEMAS DE GENERACION FOTOVOLTAICA CENTRALIZADA	REDES SECUNDARIAS Y ACOMETIDAS	
A	SUMINISTROS DE MATERIALES	1,046,145.29	292,309.73	1,338,455.02
B	MONTAJE ELECTROMECHANICO	234,480.32	149,785.87	384,266.19
C	OBRAS CIVILES	261,652.63	-	261,652.63
D	TRANSPORTE DE MATERIALES	31,384.36	8,769.29	40,153.65
E	COSTO DIRECTO (C.D.)	1,573,662.60	450,864.89	2,024,527.49
F	GASTOS GENERALES	157,366.26	45,086.49	202,452.75
G	UTILIDADES	78,683.13	22,543.24	101,226.37
SUB-TOTAL SIN I.G.V. (S/)		1,809,711.99	518,494.62	2,328,206.61
IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS IGV (18%)		325,748.16	93,329.03	419,077.19
COSTO TOTAL (Incluye I.G.V.) S/		2,135,460.15	611,823.65	2,747,283.80

VALOR REFERENCIAL
SISTEMA DE GENERACION FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO

**DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA
ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024**

UBICACIÓN : MADRE DE DIOS
SECCIÓN : SISTEMA DE GENERACION FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO

FECHA: 26/05/2025

ITEM	DESCRIPCION	TOTAL S/
A	SUMINISTRO DE MATERIALES	1,046,145.29
B	MONTAJE ELECTROMECHANICO	234,480.32
C	OBRAS CIVILES	261,652.63
D	TRANSPORTE DE MATERIALES	31,384.36
E	TOTAL COSTO DIRECTO	1,573,662.60
F	GASTOS GENERALES	157,366.26
G	UTILIDADES	78,683.13
	COSTO TOTAL S/ (No incluye I.G.V.)	1,809,711.99

VALOR REFERENCIAL

SUMINISTRO DE MATERIALES DE SISTEMA DE GENERACION FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO

UBICACIÓN : MADRE DE DIOS

SECCIÓN : SISTEMA DE GENERACION FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO

A: SUMINISTRO DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	UNID.	Metrado Total	Costo Unitario S/	Costo Total S/
1.00	<u>GENERACION FOTOVOLTAICA</u>				
1.01	Modulo Fotovoltaico monocristalino de 600 Wp	Und	282.00	639.60	180,367.20
1.02	Soporte módulos fotovoltaicos, 2 filas x 7 Columnas (14 modulos FV)	Und	22.00	1,541.60	33,915.20
	SUB-TOTAL 1:				214,282.40
2.00	<u>SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO DE ENERGIA</u>				
2.01	Cable tipo Photovoltaic 1.5 kV, 9mm2	m	2,800.00	7.25	20,300.00
2.02	Cable de tierra total desde estructuras 4mm2	m	850.00	3.62	3,077.00
2.03	Par de conectores MC4 6mm2	Cjto	20.00	14.23	284.60
2.04	Tubería PVC SAP 1 1/4" x 3m	Und	180.00	31.17	5,610.60
2.05	Curvas PVS SAP 1 1/4"	Und	50.00	18.85	942.50
2.06	Cajas de interruptores DC 1kV 25A 8p	Und	20.00	116.50	2,330.00
2.07	ITM DC 25A 0.5kV	Und	18.00	411.23	7,402.14
2.08	Tablero de Distribución 460/230 VAC y/o 460/230 VAC (Incluye equipos de proteccion, medicion, control y elementos de conexionado. Con 5 circutos de salida)	Und	4.00	5,540.00	22,160.00
	SUB-TOTAL 2:				62,106.84
3.00	<u>SISTEMA DE ACUMULACION E INVERSORES BIDIRECCIONALES</u>				
3.01	Módulos de acumulación (baterías)	Und	224.00	1,516.94	339,794.56
3.02	Inversores cargadores	Und	9.00	10,178.81	91,609.29
3.03	Controladores de carga	Und	17.00	8,683.05	147,611.85
3.04	Switch seccionador 250A para controladores MPPT	Und	4.00	507.91	2,031.64
3.05	Cable controlador de carga al tablero busbar 2 AWG SGT	m	550.00	27.17	14,943.50
3.06	Cable desde cajas de conexión a tablero busbar 2 AWG SGT	m	240.00	26.60	6,384.00
3.07	Hub BMS para grupo de módulos	Und	4.00	4,197.46	16,789.84
3.08	Centro de control y monitoreo de Microgrid	Und	4.00	2,737.86	10,951.44
3.09	Bandejas de malla 300x50mm x3m	Und	4.00	226.67	906.68
3.10	Perno de aterramiento para bandeja	Und	50.00	28.47	1,423.50
3.11	Accesorio escuadra para adosar a pared 300mm	Und	120.00	45.27	5,432.40
3.12	Perno unión curva	Und	70.00	4.27	298.90
3.13	Perno Unión recta	Und	35.00	5.46	191.10
3.14	Cable lado DC para inversor de 5kVA 2 AWG SGT	m	20.00	27.17	543.40
3.15	Tablero Bus Bar 48VDC con fusibles por batería (+)	Und	4.00	3,400.00	13,600.00
3.16	Caja Hermética p/ regleta rackeable o similar	Und	10.00	472.79	4,727.90
3.17	Regleta para fusibles + fusibles de protección MEGA 125A por polo	Und	10.00	941.08	9,410.80
3.18	Breaker lado DC de inversor 600A	Und	20.00	220.00	4,400.00
3.19	ITM para el lado AC de inversor 25kVA 125A	Und	8.00	171.54	1,372.32
3.20	Cable lado AC para inversor de 25kVA 16 mm2 RV-K Tripolar inc. Tierra	m	120.00	15.73	1,887.60
3.21	Cable de tierra libre de halogenos para equipos y conducciones 6mm2	m	80.00	4.98	398.40
3.22	Cable STP Cat 6	m	1,400.00	4.17	5,838.00
3.23	Terminales apantallado RJ45	Cjto	4.00	109.55	438.20
3.24	Juego (par) Puente de conexiónen paralelo, conector específico (si no esta incluido en los módulos)	Und	50.00	34.28	1,714.00
3.25	Cable final positivo a la salida del rack 2m conector específico	Und	30.00	90.58	2,717.40
3.26	Cable final negativo a la salida del rack 2m conector específico	m	30.00	90.58	2,717.40
3.27	Cable LSOH 4mm2 para alimentación de HUBS y centro microgrid	m	210.00	3.62	760.20
3.28	Terminal de ojo p/ cable 10 mm2	Und	80.00	3.87	309.60
3.29	Terminal de ojo p/ cable 25 mm2	Und	50.00	10.31	515.50
	SUB-TOTAL 3:				689,719.42
4.00	<u>PUESTAS A TIERRA</u>				
4.01	Conductor de Cobre Recocido, Cableado, de 35 mm², para Puesta a Tierra	m	1,245.00	18.20	22,659.00
4.02	Conector de cobre tipo perno partido para conductor de 50 mm²	Und	32.00	11.26	360.32
4.03	Electrodo de acero recubierto de cobre de 16 mm Ø x 2,40 m	Und	16.00	58.77	940.32
4.04	Caja registro de concreto para puesta a tierra 0,50x0,50x0,45 m	Und	16.00	52.81	844.96
4.05	Cemento conductivo, bolsa 25 kg	Und	80.00	50.00	4,000.00
4.06	Soldadura exotermica en "X" (150 g) para conductor - conductor de Cu 35 mm²	Und	80.00	26.54	2,123.20
4.07	Soldadura exotermica en "T" (115 g) para conductor - conductor de Cu 35 mm²	Und	80.00	15.92	1,273.60
4.08	Molde para soldadura exotermica en "X" conductor - conductor de Cu 35 mm²	Und	16.00	240.00	3,840.00
4.09	Molde para soldadura exotermica en "T" conductor - conductor de Cu 35 mm²	Und	16.00	150.00	2,400.00
4.10	Conector de cobre tipo perno partido para conductor de 35 mm²	Und	150.00	5.39	808.50
4.11	Grapa de conexión del conductor de puesta a tierra de 16 mm² al marco de Al Anodizado del panel fotovoltaico	Und	140.00	11.86	1,660.40
4.12	Terminal de compresión ojo para cable de Cu de 35 mm²	Und	80.00	17.14	1,371.20
4.13	Cinta de señalización para conductor enterrado	m	288.00	0.83	239.04
	SUB-TOTAL 4:				42,520.54
5.00	<u>PARARRAYOS</u>				
5.01	Cable de guarda de 38,36 m² (Incluye accesorios para instalacion)	m	120.00	4.53	543.60
5.02	Pararrayos tipo Franklin Tetrapuntal de Bronce Forjado-Cromado, incluye mastil de A°G° de 8m, Acople, base, accesorios para sujeción, accesorios para conexión de cable de guarda, etc	Und	4.00	4,250.00	17,000.00
	SUB-TOTAL 5:				17,543.60
6.00	<u>INSTALACIONES INTERIORES (SALA DE GENERACIÓN, CONTROL Y PROTECCIÓN</u>				
6.01	Caja de paso 100x55	Und	8.00	3.66	29.28
6.02	Caja octogonal A°G° pesada 100 x 55	Und	8.00	4.71	37.68
6.03	Caja rect. galvanizada pesada 100x100x55	Und	8.00	5.97	47.76
6.04	Caja rect. galvanizada pesada 100x55x50	Und	12.00	5.97	71.64
6.05	Dado interruptor 15A-220V simple	Und	4.00	4.79	19.16
6.06	Dado tomacorriente bipolar 15A / 220V	Und	16.00	41.91	670.56
6.07	Placa de 1 huecos	Und	4.00	17.56	70.24
6.08	Placa de 2 huecos	Und	8.00	27.52	220.16
6.09	Tapa para tomacorriente doble a prueba de agua	Und	8.00	41.91	335.28
6.10	Conductor LSOH 4 mm²	Und	351.60	3.77	1,325.53
6.11	Conductor LSOH 6 mm²	Und	48.00	5.41	259.68
6.12	Conductor tierra LSOH 2.5mm2	Und	176.40	2.45	432.18

VALOR REFERENCIAL

SUMINISTRO DE MATERIALES DE SISTEMA DE GENERACION FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO

UBICACIÓN : MADRE DE DIOS

SECCIÓN : SISTEMA DE GENERACION FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO

A: SUMINISTRO DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	UNID.	Metrado Total	Costo Unitario S/	Costo Total S/
6.13	Conductor tierra LSOH 4mm2	Und	24.00	3.92	94.08
6.14	Tablero general adosado 1-2x30A, 3-2x20A, diferencial 3-1x30mA y tablero en AG 220V	Und	4.00	1,047.68	4,190.72
6.15	Luz de emergencia recargable, 2 faros LED 15W 220V, 4 horas mínimo	Und	8.00	195.42	1,563.36
6.16	Artefacto hermetico para adosar a techo/pared hermetico con tubos LED 2x18W 220V	Und	4.00	101.77	407.08
6.17	Tubo Conduit EMT 1/2", 3m	Und	59.00	13.41	791.19
6.18	Tubo Conduit EMT 3/4", 3m	Und	8.00	19.03	152.24
6.19	Acople recto EMT 1/2"	Und	80.00	1.60	128.00
6.20	Unión EMT 1/2"	Und	75.60	1.73	130.79
6.21	Curva EMT 1/2"	Und	49.20	2.51	123.49
6.22	Acople recto EMT 3/4"	Und	12.00	2.25	27.00
6.23	Tubería flexible metálica 1/2"	m	26.40	6.14	162.10
6.24	Unión recta IMC 1/2	Und	16.00	2.14	34.24
6.25	Conector recto zincado p/ tubería flexible 1/2"	Und	28.00	3.92	109.76
6.26	Extintores portátiles contra incendio de 12 kg	Und	4.00	198.54	794.16
6.27	Abrazaderas tipo uña p/ tubo EMT 1/2"	m	86.00	71.17	6,120.62
6.28	Abrazaderas tipo uña p/ tubo EMT 3/4"	m	12.00	71.17	854.04
6.29	Riel tipo Strut 40x40, 3m	Cjto	4.00	118.62	474.48
6.30	Abrazadera strut p/ tubo 1/2" EMT	Und	24.00	2.23	53.52
6.31	Tubo SAP 1/2", 3m	Und	13.20	9.36	123.55
6.32	Curva SAP 1/2	m	12.00	2.75	33.00
6.33	Unión SAP 1/2	m	12.00	2.75	33.00
6.34	Acople PVC 1/2 presión a roscado	Und	12.00	4.41	52.92
	SUB-TOTAL 6:				19,972.49
TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES				S/	1,046,145.29

VALOR REFERENCIAL

MONTAJE ELECTROMECHANICO DE SISTEMA DE GENERACION FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO

UBICACIÓN : MADRE DE DIOS

SECCIÓN : SISTEMA DE GENERACION FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO

B: MONTAJE ELECTROMECHANICO

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	UNID.	Metrado Total	Costo Unitario S/	Costo Total S/
1.00	<u>TRANSPORTE DE MATERIALES DE ALMACEN EN OBRA A PUNTO DE INSTALACIÒN</u>				
1.01	Transporte fluvial de módulos fotovoltaicos 600 Wp de Almacen de Obra a Punto de instalacion, incluye trasporte fluvial y trasporte manual por camino de herradura, mayor a 100 m.	Und	282.00	60.97	17,193.54
1.02	Transporte fluvial de Soporte módulos fotovoltaicos, 2 filas x 7 Columnas (14 modulos FV), de Almacen a Punto de Intalaciòn, incluye trasporte fluvial y trasporte manual por camino de herradura, mayor a 100 m.	Und	58.00	245.00	14,210.00
1.03	Transporte fluvial de módulos de acumulación, de Almacen a Punto de Montaje, incluye trasporte fluvial y trasporte manual por camino de herradura, mayor a 100 m.	Und	224.00	49.95	11,188.80
1.04	Transporte fluvial de inversores cargadores, de Almacen a Punto de Montaje, incluye trasporte fluvial y trasporte manual por camino de herradura, mayor a 100 m.	Und	9.00	38.14	343.26
1.05	Transporte fluvial de Controladores de carga, de Almacen a Punto de Montaje, incluye trasporte fluvial y trasporte manual por camino de herradura, mayor a 100 m.	Und	17.00	60.97	1,036.49
1.06	Transporte fluvial de Tablero de Distribución, de Almacen a Punto de Montaje, incluye trasporte fluvial y trasporte manual por camino de herradura, mayor a 100 m.	Und	4.00	102.66	410.64
1.07	Transporte fluvial del tablero busbar, de Almacen a Punto de Montaje, incluye trasporte fluvial y trasporte manual por camino de herradura, mayor a 100 m.	Und	4.00	121.94	487.76
1.08	Transporte fluvial de conductor de cobre recocido, cableado, de 35 mm², de Almacen a Punto de Intalaciòn, incluye trasporte fluvial y trasporte manual por camino de herradura, mayor a 100 m.	m	1,245.00	2.64	3,286.80
1.09	Transporte fluvial de caccesorios para puesta a tierra, de Almacen a Punto de Montaje, incluye trasporte fluvial y trasporte manual por camino de herradura, mayor a 100 m.	Und	40.00	60.82	2,432.80
1.10	Transporte fluvial de mastil de A°G° de 8m incluye los pararrayos Franklin, de Almacen a Punto de Montaje, incluye trasporte fluvial y trasporte manual por camino de herradura, mayor a 100 m.	Cjto	4.00	202.55	810.20
1.11	Transporte fluvial de Tablero general adosado (Incluido otros suministros), de Almacen a Punto de Montaje, incluye trasporte fluvial y trasporte manual por camino de herradura, mayor a 100 m.	Cjto	4.00	121.94	487.76
1.12	Transporte fluvial de tuberías EMT (1/2" y 3/4"), de Almacen a Punto de Montaje, incluye trasporte fluvial y trasporte manual por camino de herradura, mayor a 100 m.al	Und	60.00	8.77	526.20
1.13	Transporte fluvial de Cable tipo Photovoltaic 1.5 kV, 6mm2, de Almacen a Punto de Intalaciòn, incluye trasporte fluvial y trasporte manual por camino de herradura, mayor a 100 m.	m	2,800.00	2.21	6,188.00
1.14	Transporte fluvial de Cable a la entrada del transformador N2XOH 16mm2, de Almacen a Punto de Intalaciòn, incluye trasporte fluvial y trasporte manual por camino de herradura, mayor a 100 m.	m	120.00	2.76	331.20
1.15	Transporte fluvial de Cable a la entrada del transformador N2XOH 25mm2, de Almacen a Punto de Intalaciòn, incluye trasporte fluvial y trasporte manual por camino de herradura, mayor a 100 m.	m	120.00	3.27	392.40
1.16	Transporte fluvial de Cable controlador de carga al tablero busbar 2 AWG y Cable desde cajas de conexión a tablero busbar 2 AWG SGT, de Almacen a Punto de Intalaciòn, incluye trasporte fluvial y trasporte manual por camino de herradura, mayor a 100 m.	m	50.00	2.64	132.00
1.17	Transporte fluvial de Cable lado DC para inversor de 5kVA 2 AWG, de Almacen a Punto de Intalaciòn, incluye trasporte fluvial y trasporte manual por camino de herradura, mayor a 100 m.	m	20.00	2.64	52.80
1.18	Transporte fluvial Cable lado AC para inversor de 5kVA 6mm2, de Almacen a Punto de Intalaciòn, incluye trasporte fluvial y trasporte manual por camino de herradura, mayor a 100 m.	m	16.00	2.64	42.24
1.19	Transporte Fluvial de Accesorios de Ferreteria (Para sistema Fotovoltaicos , conductores, Soporte de Modulos, PAT y Otros) de Almacen a Punto de Instalaciòn, incluye trasporte fluvial y trasporte manual por camino de herradura, mayor a 100 m.	Loc	4.00	1,690.44	6,761.76
1.20	Transporte fluvial de Cemento conductivo, de Almacen a Punto de Intalaciòn, incluye trasporte fluvial y trasporte manual por camino de herradura, mayor a 100 m.	Und	60.00	15.26	915.60
	SUB-TOTAL 1:				67,230.25
2.00	<u>INSTALACIÓN DE LA MATRIZ FOTOVOLTAICA</u>				
2.01	Montaje de Soporte módulos fotovoltaicos, 2 filas x 7 Columnas (14 modulos FV)	Und	22.00	320.47	7,050.34
2.02	Instalación de los módulos solares policristalinos 600 Wp	Und	102.00	25.27	2,577.54
2.03	Cableado y conexionado del conductor tipo solar 1x6mm² del arreglo (panel) FV (Incluye instalacion de Tuberías)	m	1,950.00	4.25	8,287.50
2.04	Aterramiento del arreglo solar con conductor 16mm2 de puesta a tierra y bornes (Incluye Instalacion de Tuberías)	m	296.00	22.71	6,722.16
2.05	Instalación caja de transición 1kV (Incluye conexionado de cables)	Und	15.40	63.79	982.37
2.06	Excavación en Terreno Tipo I (Arcilloso y Conglomerado)	m³	208.40	44.85	9,346.74
2.07	Excavación en Terreno Tipo III (humedo)	m³	313.60	51.19	16,053.18
2.08	Relleno y compactación con tierra propia, cernida	m³	208.40	60.71	12,651.96
2.09	Relleno y compactación con tierra de préstamo	m³	105.20	65.85	6,927.42
	SUB-TOTAL 2:				70,599.21
3.00	<u>INSTALACIÓN DE LA SALA DE FUERZA, CONTROL Y PROTECCIÓN</u>				
3.01	Instalaciones de baterías en los racks (Incluye BMS conexionado y puesta en operación)	Und	224.00	42.50	9,520.00
3.02	Instalación de Inversores cargadores (Incluye conexionado y puesta en operación)	Und	9.00	89.45	805.05
3.03	Instalación de los controladores de carga MPPT 500/200 (Incluye conexionado y puesta en operación)	Und	17.00	55.47	942.99
3.04	Instalación de las cajas con protecciones DC (Incluye conexionado y puesta en operación)	Und	12.00	50.24	602.88
3.05	Instalación de las bandejas de conducción	Und	22.00	47.58	1,046.76
3.06	Instalación de cajas de transición para los racks de baterías	Und	65.00	34.58	2,247.70
3.07	Conexionado de los racks de baterías a las cajas de transición	Und	8.00	78.54	628.32
3.08	Conexionado de los controladores de carga al tablero BusBar	m	1,146.00	9.25	10,600.50
3.09	Conexionado de los inversores bidireccionales al tablero BusBar y a las caja de transición de los racks	m	252.80	14.35	3,627.68
3.10	Conexionado de los inversores bidireccionales al tablero general de distribución	m	104.00	14.35	1,492.40
3.11	Instalación del tablero de distribución (Incluyendo conexionado y puesta en servicio)	Und	4.00	285.73	1,142.92
3.12	Instalación de Tableros de Fuerza de Paso (Incluyendo conexionado y puesta en servicio)	Und	4.00	285.73	1,142.92
3.13	instalación del tablero busbar	Und	4.00	612.14	2,448.56
3.14	Excavación en Terreno Tipo I (Arcilloso y Conglomerado)	m³	84.00	42.57	3,575.88
3.15	Excavación en Terreno Tipo III (Humedo)	m³	140.00	48.57	6,799.80
	SUB-TOTAL 3:				46,624.36
4.00	<u>PUESTAS A TIERRA</u>				
4.01	Excavación en Terreno Tipo I (Arcilloso y Conglomerado)	m³	124.60	42.57	5,304.22
4.02	Excavación en Terreno Tipo III (Humedo)	m³	187.40	48.57	9,102.02
4.03	Instalación y conexionado de malla de conductor de cobre 35 mm² , con empalmes en "T", "X" y aplicación de cemento conductivo, para la Sala de Fuerza	cjto	4.00	1,524.00	6,096.00
4.04	Instalación de electrodo vertical tipo jabalina para conexionado a mailla de puesta a tierra	Und	4.00	30.98	123.92
4.05	Instalación de puesta a tierra con 3 contrapesos en estrella y conductor de cobre 50 mm², para aterramiento de pararrayo Franklin	Und	4.00	238.54	954.16
4.06	Relleno y compactación con tierra de préstamo	m³	140.00	41.69	5,836.60

VALOR REFERENCIAL

MONTAJE ELECTROMECHANICO DE SISTEMA DE GENERACION FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO

UBICACIÓN : MADRE DE DIOS

SECCIÓN : SISTEMA DE GENERACION FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO

B: MONTAJE ELECTROMECHANICO

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	UNID.	Metrado Total	Costo Unitario S/	Costo Total S/
	SUB-TOTAL 4:				27,416.92
5.00	PARARRAYOS				
5.01	Instalación de cable de guarda de 38,36 m²	m	1,200.00	4.48	5,376.00
5.02	Montaje de mastil de A°G° de 8 m para soporte de pararrayo (incluye accesorios)	Und	4.00	385.84	1,543.36
5.03	Instalación de pararrayo tipo Franklin y puesta en operación	Und	4.00	50.42	201.68
5.04	Excavación en Terreno Tipo I (Arcilloso y Conglomerado)	m³	20.40	44.85	914.94
5.05	Cimentación con Mortero para Soporte de Pararrayos en Terreno Tipo I (Arcilloso y Conglomerado)	Und	4.00	474.60	1,898.40
	SUB-TOTAL 5:				9,934.38
6.00	INSTALACIONES INTERIORES				
6.01	Instalación de tomacorrientes, luminarias, interruptores y tablero general y otros	cjto	4.00	524.20	2,096.80
6.02	Instalación de conductores LSOH y para instalaciones electricas (incluye accesorios y puesta en operacion)	m	850.00	4.78	4,063.00
6.03	Instalación de extintores portátiles, alumbrados de emergencia y otros	cjto	4.00	347.38	1,389.52
	SUB-TOTAL 6:				7,549.32
7.00	INSPECCIÓN Y PRUEBAS				
7.01	Pruebas y puesta en servicio	Loc	4.00	541.20	2,164.80
7.02	Expedientes Técnicos Final Conforme a Obra (1 propia, cernida + 3 Copias) y Planos de Concesión Rural de Central de Generación Solar, incluye la presentación digitalizada de Textos y Planos en CD.	Loc	4.00	740.27	2,961.08
	SUB-TOTAL 7:				5,125.88
TOTAL MONTAJE ELECTROMECAÍNICO				S/	234,480.32

Nota = (*) El Contratista coordinará con la empresa concesionaria para definir los detalles para la identificación y señalización final de los postes.

VALOR REFERENCIAL

OBRAS CIVILES DE SISTEMA DE GENERACION FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO

UBICACIÓN : MADRE DE DIOS

SECCIÓN : SISTEMA DE GENERACION FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO

C: OBRAS CIVILES

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	UNID.	Metrado Total	Costo Unitario S/	Costo Total S/
I	CASA DE FUERZA Y CONTROL DE SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO				
1.00	OBRAS PRELIMINARES				
1.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL (Incluye despeje de arboles y desglose)	Glob	1.00	1,254.00	1,254.00
1.02	TRAZO Y NIVELACION DE TERRENOS	Glob	1.00	1,245.00	1,245.00
1.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y MATERIALES	Cjto	4.00	1,324.00	5,296.00
1.04	ALMACEN, OFICINA Y GUARDIANIA	Cjto	4.00	533.59	2,134.36
	SUB-TOTAL 1:				9,929.36
2.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
2.01	EXCAVACION DE ZANJA PARA VIGA DE CIMENTACIÓN	m3	72.93	77.37	5,642.44
2.02	EXCAVACION DE ZANJA PARA ZAPATAS	m3	43.31	68.92	2,984.93
2.03	NIVELACION DE TERRENO Y APIZONADO MANUAL	m2	280.92	6.86	1,927.11
2.04	ELIMINACION CON TRANSPORTE (CARGUIO A MANO)	m3	29.06	118.80	3,452.57
	SUB-TOTAL 2:				14,007.05
3.00	CONCRETO ARMADO				
3.1	Zapatas y Vigas de Cimentacion				
3.1.1	MORTERO PARA ZAPATAS f'c=210 kg/cm2 (1:4 cemento arena)	m3	21.67	452.30	9,801.34
3.1.2	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en ZAPATAS	kg	523.50	15.48	8,103.78
3.1.3	MORTERO PARA VIGAS DE CIMENTACIÓN f'c=210 kg/cm2 (1:4 cemento arena)	m3	18.94	780.23	14,780.68
3.1.4	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en VIGAS DE CIMENTACION	kg	1,482.83	12.50	18,535.40
	SUB-TOTAL 3:				51,221.20
4.00	TECHO LIVIANO				
4.1	Estructuras para techo de calamina				
4.1.1	TIJERAL METALICO T-1 (b=8.00xh=1.00), CON TUBO DE F°G° DIAMETRO 2", INC. PINTURA.	Und	4.00	1,452.30	5,809.20
4.1.2	TIJERAL METALICO T-2 (b=9xh=1.00), CON TUBO DE F°G° DIAMETRO 2", INC. PINTURA.	Und	4.00	3,015.41	12,061.64
4.1.3	TIJERAL METALICO T-3 (b=10xh=1.50), CON TUBO DE F°G° DIAMETRO 2", INC. PINTURA.	Und	4.00	3,452.35	13,809.40
4.1.4	COBERTURA DE CALAMINA CORRUGADA e = 0.26 mm 3' x 6' + CORREAS LONGITUDINALES 2"x3" C/PRESERVANTE (INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN)	m2	80.00	124.50	9,960.00
	SUB-TOTAL 4:				41,640.24
5.0	ARQUITECTURA				
	ALBAÑILERIA				
5.01	MURO LADRILLO K.K.DE ARCILLA 18 H.(0.09x0.13x0.24) AMARRE DE CANTO,MORTERO 1:1:5 ,JUNTA 1.5 cm. (INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN)	Cjto	4.00	3,241.00	12,964.00
5.02	PISO DE CEMENTO PULIDO BRUÑADO 1:5, e=1" incl. 5% deperd.	Cjto	4.00	2,451.00	9,804.00
5.03	TARRAJEO FROTACHADO EN COLUMNAS Y VIGAS	Cjto	4.00	1,542.00	6,168.00
	SUB-TOTAL 5:				28,936.00
6.00	CARPINTERIA METALICA INCLUYE LOS VIDRIOS				
6.01	VENTANA CON ANGULARES DE 1 1/2" x 1 1/2"x 3/16" + MALLA METALICA GALVANIZADA (INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN)	m2	41.48	393.83	16,336.07
6.02	PUERTA DE PLANCHA METALICA DE 0.90X2.70M (INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN)	Und	4.00	1,192.33	4,769.32
	SUB-TOTAL 6:				21,105.39
7.00	CERRAJERIA				
7.01	BISAGRAS ALUMINIZADA CAPUCHINA DE 3 1/2 X 3 1/2" (INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN)	Und	4.00	23.10	92.40
	SUB-TOTAL 7:				92.40
8.00	CERRADURAS				
8.01	CERRADURA EXTERIOR DE 3 GOLPES LLAVE EXT. SEGURO Y PERILLA, DOBLE PIN (INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN)	Und	4.00	168.22	672.88
	SUB-TOTAL 8:				672.88
II	CERCO PERIMETRICO				
9.00	MOVIMIENTOS DE TIERRA				
9.01	EXCAVACION PARA POSTE DE CERCO DE PERIMETRO	m3	75.00	69.14	5,185.50
9.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL EN CERCO PERIMETRICO (Incluye despeje de arboles y desglose)	m2	373.70	7.66	2,862.53
9.03	RELLENO DE RIPIO (3/4") 0.1m	m3	250.47	80.40	20,137.79
	SUB-TOTAL 9:				28,185.82
10.00	CARPINTERIA METALICA Y HERRERA				
10.01	MALLA METALICA GALV. H = 2,00 m,CALIBRE N°10 CON COCADA 2"x2" (INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN)	Cjto	4.00	3,450.00	13,800.00
10.02	POSTE METÁLICO DE TUBO F°N° 2" X 3m (INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN)	Cjto	4.00	1,500.00	6,000.00
10.03	HILERAS (03) DE ALAMBRE DE PUAS #16 (INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN)	Cjto	4.00	3,541.00	14,164.00
10.04	PORTON DE MALLA Ac G° PARA CERCO (INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN)	Cjto	4.00	1,245.00	4,980.00
	SUB-TOTAL 10:				38,944.00
III	BASE PANELES FOTOVOLTAICOS Y PATIO DE GENERACION FOTOVOLTAICA				
11.00	MONTAJE DE SOPORTES Y CIMENTACIÓN DE BASE				
11.01	EXCAVACION PARA POSTE DE CERCO DE PERIMETRO	m3	46.87	69.14	3,240.73
11.02	MORTERO PARA CIMENTACIÓN DE PANELES f'c=210 kg/cm2 (1:4 cemento arena)	m3	54.14	254.00	13,751.56
	SUB-TOTAL 11:				16,992.29
12.00	OBRAS Y TRANSPORTE COMPLEMENTARIOS				
12.01	CAMPAMENTOS	Glob	1.00	4,514.00	4,514.00
12.02	TRANSPORTE DE MATERIALES, EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y AGREGADOS A PUNTO DE INSTALACION	Glob	1.00	5,412.00	5,412.00
	SUB-TOTAL 12:				9,926.00
TOTAL OBRAS CIVILES:					261,652.63

**VALOR REFERENCIAL
REDES SECUNDARIAS**

**DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA
ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024**

UBICACIÓN : MADRE DE DIOS

SECCIÓN I : SISTEMA DE GENERACION FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO

FECHA: 26/05/2025

ITEM	DESCRIPCION	TOTAL S/
A	SUMINISTRO DE MATERIALES	292,309.73
B	MONTAJE ELECTROMECHANICO	149,785.87
C	OBRAS CIVILES	
D	TRANSPORTE DE MATERIALES	8,769.29
E	TOTAL COSTO DIRECTO	450,864.89
F	GASTOS GENERALES	45,086.49
G	UTILIDADES	22,543.24
	COSTO TOTAL S/ (No incluye I.G.V.)	518,494.63

VALOR REFERENCIAL

SUMINISTRO DE MATERIALES REDES SECUNDARIAS

UBICACIÓN : MADRE DE DIOS

SECCIÓN : SISTEMA DE GENERACION FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO

A: SUMINISTRO DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	UNID.	Metrado Total	Costo Unitario \$/	Costo Total \$/
1.00	<u>POSTE DE POLIESTER REFORZADO DE FIBRA DE VIDRIO (PRFV)</u>				
1.01	Poste de PRFV de 8 m/300 daN	Und	133.00	1,170.03	155,613.99
		SUB-TOTAL 1:			155,613.99
2.00	<u>CABLES Y CONDUCTORES DE ALUMINIO</u>				
2.01	Conductor Autoportante de Aluminio 2X25/25 mm²	km	5.46	5,808.88	31,702.13
		SUB-TOTAL 2:			31,702.13
3.00	<u>ACCESORIOS DE CABLES AUTOPORTANTES</u>				
3.01	Grapa de Suspensión Angular para Conductor de Aleacion de Aluminio de 25 mm2	Und	63.00	5.33	335.50
3.02	Grapa de Anclaje Cónica para Conductor de Aleación de Aluminio de 25 mm2	Und	153.00	12.16	1,859.85
3.03	Conector Bimetálico para Al 25 mm2 / Cu 4-10 mm2, para Neutro Desnudo, tipo Cuña	Und	19.00	5.79	109.98
3.04	Conector Bimetálico Aislado, para Al 16-35 mm2 / Cu 4-10 mm2, para Fase Aislada, tipo Perforación	Und	22.00	5.40	118.86
3.05	Conector para Al 25 mm², para Neutro Desnudo, tipo Cuña	Und	5.00	8.88	44.38
3.06	Conector Aislado para Al 16-35 mm2, para Fase Aislada, tipo Perforación	Und	80.00	8.64	691.53
3.07	Correa Plástica de Amarre, color negro	Und	932.00	0.27	251.76
3.08	Cinta Autofundente para extremo de cable	Und	26.50	3.78	100.22
3.09	Cinta aislante	Und	79.50	0.31	24.54
		SUB-TOTAL 3:			3,536.62
4.00	<u>CABLES Y CONDUCTORES DE COBRE</u>				
4.01	Conductor de Cobre Concéntrico, 2 x 4 mm2, con aislamiento y cubierta de PVC	m	1,650.00	14.00	23,100.00
		SUB-TOTAL 4:			23,100.00
5.00	<u>LUMINARIAS, LAMPARAS Y ACCESORIOS</u>				
5.01	Luminaria tipo LED de 50W autonomo con panel solar	Und	53.00	56.51	2,995.03
		SUB-TOTAL 5:			2,995.03
6.00	<u>RETENIDAS Y ANCLAJES</u>				
6.01	Cable de acero grado Siemens Martin, de 10 mm ø, 7 hilos	m	790.00	3.86	3,048.61
6.02	Perno Angular con Ojal Guardacabo de A°G°, 16 mm Ø x 203 mm, provisto de Tuerca y Contratuerca	Und	79.00	8.53	673.74
6.03	Varilla de Anclaje de A°G° de 16 mm Ø x 2,40 m, provisto de Ojal Guardacabo en un extremo; Tuerca y Contratuerca en el otro	Und	79.00	37.82	2,987.64
6.04	Arandela de Anclaje de A°G°, 102 x 102 x 6,35 mm, Agujero de 18 mmø	Und	79.00	5.21	411.56
6.05	Mordaza Preformada de A°G° para Cable de 10 mm Ø	Und	79.00	8.30	655.45
6.06	Arandela Cuadrada Curva de A° G°, 57 x 57 x 5 mm, Agujero de 18 mm Ø	Und	158.00	1.23	195.11
6.07	Alambre de Acero N° 12 para Entorchado	m	237.00	0.39	91.46
6.08	Bloque de concreto de 0,40 x 0,40 x 0,15 m	Und	79.00	42.97	3,394.63
6.09	Conector Bimetálico para Al 25 mm2 / Cu 4-10 mm2, para Neutro Desnudo, tipo Cuña	Und	79.00	5.79	457.29
6.10	Conector Doble Vía Bimetálico para Cable de Acero de 10 mm ø y para Cable de Acero con Recubrimiento Metalúrgico de Cobre de 4 AWG (21,15 mm2)	Und	79.00	5.40	426.81
		SUB-TOTAL 6:			12,342.30
7.00	<u>ACCESORIOS DE FERRETERIA PARA ESTRUCTURAS</u>				
7.01	Perno con Gancho de 16 mm Ø, provisto de Arandela, Tuerca y Contratuerca, longitud de 203 mm	Und	63.00	10.77	678.30
7.02	Perno de A°G° de 13 mm Ø x 203 mm, provisto de Tuerca y Contratuerca	Und	140.00	4.40	615.90
7.03	Perno de A°G° de 13 mm Ø x 305 mm, provisto de Tuerca y Contratuerca	Und	10.00	5.33	53.25
7.04	Perno Ojo de A°G° de 16 mm Ø x 203 mm, provisto de Tuerca y Contratuerca	Und	93.00	9.34	868.51
7.05	Perno Ojo de A°G° de 16 mm Ø x 305 mm, provisto de Tuerca y Contratuerca	Und	10.00	10.84	108.44
7.06	Tuerca-Ojo para Perno de 16 mm Ø	Und	50.00	7.72	385.90
7.07	Fleje de acero inoxidable de 19 mm provisto de hebilla	m	19.00	3.67	69.65
7.08	Arandela Cuadrada Plana de A° G°, 57 x 57 x 5 mm, Agujero de 14 mm Ø	Und	56.00	1.23	69.15
7.09	Arandela Cuadrada Curva de A° G°, 57 x 57 x 5 mm, Agujero de 18 mm Ø	Und	269.00	1.23	332.18
7.10	Caja de Derivacion para Acometidas, Sistema 440-220 V (10 Borneras en cada barra de cobre)	Und	18.00	103.81	1,868.53
7.11	Plantillas para Identificación y/o codificación de Postes (Peligro, Identificación y/o codificación y Fases)	Jgo	133.00	23.21	3,086.93
		SUB-TOTAL 7:			8,136.74
8.00	<u>PUESTA A TIERRA</u>				
8.01	Electrodo de Acero Recubierto de Cobre de 16 mm Ø x 2,40 m	Und	27.00	50.17	1,354.51
8.02	Conector bimetalico para Al 25 mm2 y Cobre de 25 mm2, tipo cuña	Und	27.00	8.88	239.64
8.03	Conector de Bronce para Electrodo de 16 mm ø y Cable de Acero con Recubrimiento Metalúrgico de Cobre de 4 AWG (21,15 mm2)	Und	27.00	4.82	130.24
8.04	Plantilla para Señalización de Poste (Puesta a Tierra)	Und	27.00	16.46	444.42
8.05	Tubo Plastico de PVC SAP de 19 mm ø x 0,50 m	Und	27.00	1.35	36.47
		SUB-TOTAL 8:			2,205.28
9.00	<u>CONEXIONES DOMICILIARIAS</u>				
9.01	Tubo de A°G° standard / redondo de 19 mm Ø x 1,5 mm x 2,5 m, provisto de codo	Und	220.00	23.54	5,178.78
9.02	Tubo de A°G° standard / redondo de 19 mm Ø x 1,5 mm x 6,0 m, provisto de codo	Und	72.00	50.67	3,648.14
9.03	Tubo de A°G° standard / redondo de 38 mm Ø x 1,5 mm x 6,0 m, provisto de codo	Und	72.00	90.69	6,529.43
9.04	Alambre de Acero N° 12 para Entorchado	m	2,184.00	0.39	842.81
9.05	Conector Bimetálico para Al 25 mm2 / Cu 4-10 mm2, para Neutro Desnudo, tipo Cuña	Und	100.00	5.79	578.85
9.06	Conector Bimetálico Aislado, para Al 16-35 mm2 / Cu 4-10 mm2, para Fase Aislada, tipo Perforación	Und	100.00	5.40	540.26
9.07	Templador de A°G°	Und	728.00	2.89	2,107.01
9.08	Correa Plástica de Amarre, color negro	Und	300.00	0.27	81.04
9.09	Caja Portamedidor Monofásico de Material Polimérico, equipado con interruptor termomagnético 16A	Und	364.00	32.70	11,902.80
9.10	Medidor Monofásico de Energía Activa, tipo Electrónico con Micro Procesador de 220 V; 2 hilos, 10-40 A, 60 Hz, Clase 1	Und	364.00	58.43	21,268.52
		SUB-TOTAL 9:			52,677.64
TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES				\$/	292,309.73

VALOR REFERENCIAL

MONTAJE ELECTROMECHANICO REDES SECUNDARIAS

UBICACIÓN : MADRE DE DIOS

SECCIÓN : SISTEMA DE GENERACION FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO

B: MONTAJE ELECTROMECHANICO

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	UNID.	Metrado Total	Costo Unitario S/	Costo Total S/
1.00	<u>TRANSPORTE DE MATERIALES DE ALMACEN EN OBRA A PUNTO DE INSTALACIÓN</u>				
1.01	Transporte Fluvial de Poste de P.R.F.V de 8 m/300 daN de Almacen de Obra a Puerto de Localidad, acceso fluvial	Und	133.00	114.84	15,273.72
1.02	Transporte Manual de Poste de P.R.F.V de 8 m/300 daN de Puerto de Localidad a Punto de Izaje por Camino de Herradura, mayor a 100 m.	Und	133.00	40.66	5,407.78
1.03	Transporte Fluvial de Bloque de Concreto de 0,40 x 0,40 x 0,15 m de Almacen de Obra a Puerto de Localidad, acceso fluvial	Und	79.00	75.51	5,965.29
1.04	Transporte Manual de Bloque de Concreto de 0,40 x 0,40 x 0,15 m de Puerto de Localidad a Punto de Instalacion por Camino de Herradura, mayor a 100 m.	Und	79.00	29.29	2,313.91
1.05	Transporte Fluvial de Accesorios de Ferreteria (Para Postes , conductores, Retenidas,PAT y otros) de Almacen de Obra a Puerto de Localidad, acceso fluvial	Global	1.00	11,332.60	11,332.60
1.06	Transporte Manual de Accesorios de Ferreteria (Para Postes , conductores, Retenidas,PAT y otros) de Puerto de Localidad a Punto de Instalacion por Camino de Herradura, mayor a 100 m.	Global	1.00	9,900.24	9,900.24
1.07	Transporte Fluvial de Conductor Autoportante de Aluminio de 2x25/25 mm² de Almacen de Obra a Puerto de Localidad, acceso fluvial	km	5.46	60.76	331.60
1.08	Transporte Manual de Conductor Autoportante de Aluminio de 2x25/25 mm² de Puerto de Localidad a Punto de Instalacion por Camino de Herradura, mayor a 100 m.	km	5.46	34.09	186.05
	SUB-TOTAL 1:				50,711.19
2.00	<u>INSTALACION DE POSTES</u>				
2.01	Excavación en Terreno Tipo I (Arcilloso y Conglomerado)	m3	83.00	44.85	3,722.55
2.02	Excavación en Terreno Tipo III (Húmedo)	m3	50.00	51.19	2,559.50
2.03	Izaje, Identificación y/o codificación, y Señalización de Poste de P.R.F.V de 8 m/300 daN (*)	Und	83.00	69.65	5,780.95
2.04	Izaje, Identificación y/o codificación, y Señalización de Poste de P.R.F.V de 9 m/300 daN (*)	Und	50.00	77.47	3,873.50
2.05	Cimentación con Mortero II para Poste de 9m en Terreno Tipo I (Arcilloso y Conglomerado)	Und	83.00	122.30	10,150.90
2.06	Cimentación con Mortero II para Poste de 9m en Terreno Tipo III (Húmedo)	Und	50.00	128.40	6,420.00
2.07	Solado para poste de PRFV(e=0.10 m. C:H, 1:8)	Und	133.00	38.90	5,173.70
	SUB-TOTAL 2:				37,681.10
3.00	<u>INSTALACION DE RETENIDAS</u>				
3.01	Excavación en terreno Tipo I (arcilloso y conglomerado)	m3	47.00	44.85	2,107.95
3.02	Excavación en terreno Tipo III (Húmedo)	m3	32.00	51.19	1,638.08
3.03	Instalación de retenida inclinada	Jgo	79.00	105.60	8,342.40
3.04	Relleno y Compactación en Terreno Tipo I de Retenida	m3	47.00	80.43	3,780.21
3.05	Relleno y Compactación en Terreno Tipo III de Retenida	m3	32.00	87.84	2,810.88
	SUB-TOTAL 3:				18,679.52
4.00	<u>MONTAJE DE ARMADOS</u>				
4.01	Armado Tipo E0 Armado De Inicio En Subestación Para Conductor Autoportante	jgo	10.00	33.65	336.50
4.02	Armado Tipo E1 Alineamiento y Angulo - Conductor Autoportante con Caja de Derivación para Acometida	jgo	9.00	33.65	302.85
4.03	Armado Tipo E1/S Alineamiento y Angulo - Conductor Autoportante sin Caja de Derivación para Acometida	jgo	50.00	33.65	1,682.50
4.04	Armado Tipo E3 Extremo de Línea - Conductor Autoportante con Caja de Derivación para Acometida	jgo	3.00	38.18	114.54
4.05	Armado Tipo E3/S Extremo de Línea - Conductor Autoportante sin Caja de Derivación para Acometida	jgo	24.00	38.18	916.32
4.06	Armado Tipo E4 Extremo de Línea con Derivación - Conductor Autoportante con Caja de Derivación para Acometida	jgo	5.00	42.24	211.20
4.07	Armado Tipo E4/S Extremo de Línea con Derivación - Conductor Autoportante sin Caja de Derivación para Acometida	jgo	33.00	42.24	1,393.92
4.08	Armado Tipo E5 Alineamiento con Derivación - Conductor Autoportante con Caja de Derivación para Acometida	jgo	1.00	42.24	42.24
4.09	Armado Tipo E5/S Alineamiento con Derivación - Conductor Autoportante sin Caja de Derivación para Acometida	jgo	3.00	42.24	126.72
4.10	Armado Tipo E6/S Anclaje con Derivación - Conductor Autoportante sin Caja de Derivación para Acometida	jgo	12.00	42.24	506.88
	SUB-TOTAL 4:				5,633.67
5.00	<u>MONTAJE DE CONDUCTORES AUTOPORTANTES</u>				
	Comprende Tendido y puesta en Flecha de :				
5.01	Tendido y Puesta en Flecha de Conductor Autoportante de Aluminio de 2x25/25 mm²	km	5.46	1,091.10	5,954.71
	SUB-TOTAL 5:				5,954.71
6.00	<u>INSTALACION DE PUESTA A TIERRA</u>				
6.01	Excavación en terreno Tipo I (arcilloso y conglomerado)	m3	31.46	44.85	1,411.07
6.02	Excavación en terreno Tipo III (Húmedo)	m3	25.40	51.19	1,300.23
6.03	Instalación de Puesta a Tierra Tipo PAT-1 con un Electrodo Vertical. Instalación en Poste de C.A.C y P.R.F.V	Und	27.00	70.37	1,899.99
6.04	Relleno y Compactación de Puesta a Tierra con Material Adecuado	m3	56.86	81.35	4,625.72
	SUB-TOTAL 6:				9,237.01
7.00	<u>PASTORALES, LUMINARIAS Y LAMPARAS</u>				
7.01	Instalación de Luminaria autonomo y Accesorios	Und	53.00	46.23	2,450.19
	SUB-TOTAL 7:				2,450.19
8.00	<u>CONEXIONES DOMICILIARIAS</u>				
	Instalación de acometida domiciliaria, que comprende : conexión de acometida domiciliarias y montaje de medidor.				
8.01	Conexión de Acometidas Domiciliarias, Configuración: Corta (no incluye medidor de energía activa)	Und	110.00	42.97	4,726.70
8.02	Conexión de Acometidas Domiciliarias, Configuración: Larga (no incluye medidor de energía activa)	Und	72.00	50.34	3,624.48
8.03	Instalación de Medidor Monofásico de Energia Activa y Caja Portamedidor (incluye conexión a cable de acometida)	Und	182.00	34.23	6,229.86
	SUB-TOTAL 8:				14,581.04
9.00	<u>PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO</u>				
9.01	Prueba y Puesta en Servicio de Redes Secundarias	Loc.	4.00	654.58	2,618.32
9.02	Expediente Técnico Final Conforme a Obra y de Concesión Rural de Redes Secundarias (1 Original + 3 Copias), incluye la presentacion digitalizada de textos y planos en CD.	Loc.	4.00	559.78	2,239.12
	SUB-TOTAL 9:				4,857.44
TOTAL MONTAJE ELECTROMECAÁNICO				S/	149 785.87

ANEXO N° 6: EVALUACIÓN ECONÓMICA

COSTOS INCREMENTALES A PRECIOS SOCIALES																							
DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024																							
RUBRO	COMPONENTE INVERSION	factor de Correccion	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A			2,169,039.61																				
2	Costo Directo		1,867,925.36																				
2.1	Sistema fotovoltaico centralizado		1,453,434.00																				
2.1.1	Suministro de Materiales	0.8475	1,046,197.60																				
2.1.2	Montaje y obras civiles		375,850.48																				
2.1.2.1	Mano de obra calificada	0.7900	277,497.08																				
2.1.2.2	Mano de obra no calificada	0.4200	98,353.40																				
2.1.3	Transporte	0.8475	31,385.93																				
2.2	Red Secundaria		414,491.36																				
2.2.1	Suministro de Materiales	0.8475	292,324.35																				
2.2.2	Montaje Electromecanico		113,471.78																				
2.2.2.1	Mano de obra calificada	0.7900	83,778.23																				
2.2.2.2	Mano de obra no calificada	0.4200	29,693.55																				
2.2.3	Transporte	0.8403	8,695.23																				
2.3	Alumbrado Publico		-																				
2.3.1	Suministro de Materiales	0.8475	-																				
2.3.2	Montaje Electromecanico		-																				
2.3.2.1	Mano de obra calificada	0.7900	-																				
2.3.2.2	Mano de obra no calificada	0.4200	-																				
2.3.3	Transporte	0.8403	-																				
2.4	Conexiones Domiciliarias		-																				
2.4.1	Suministro de Materiales	0.8475	-																				
2.4.2	Montaje Electromecanico		-																				
2.4.2.1	Mano de obra calificada	0.7900	-																				
2.4.2.2	Mano de obra no calificada	0.4200	-																				
2.4.3	Transporte	0.8403	-																				
3	Gastos generales y Utilidad	0.8403	301,114.25																				
4	Gastos Pre- Operativos		-																				
3.1	Supervision	1.00	-																				
B	COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (SI.)			71,314.32	72,487.27	73,715.81	75,002.58	76,350.34	77,761.98	79,240.52	80,789.14	82,411.16	84,110.06	85,889.47	87,753.22	89,705.31	91,749.92	93,891.44	96,134.45	98,483.78	100,944.45	103,521.75	106,221.20
1	Compra de Energia y Potencia en Barra	0.8475		24,747.86	25,920.81	27,149.35	28,436.12	29,783.88	31,195.52	32,674.06	34,222.68	35,844.70	37,543.59	39,323.01	41,186.76	43,138.85	45,183.46	47,324.98	49,567.99	51,917.32	54,377.99	56,955.29	59,654.74
2	Costo de Operación y Mantenimiento	0.8475		46,566.46	46,566.46	46,566.46	46,566.46	46,566.46	46,566.46	46,566.46	46,566.46	46,566.46	46,566.46	46,566.46	46,566.46	46,566.46	46,566.46	46,566.46	46,566.46	46,566.46	46,566.46	46,566.46	46,566.46
C	TOTAL COSTO DEL PROYECTO		2,169,039.61	71,314.32	72,487.27	73,715.81	75,002.58	76,350.34	77,761.98	79,240.52	80,789.14	82,411.16	84,110.06	85,889.47	87,753.22	89,705.31	91,749.92	93,891.44	96,134.45	98,483.78	100,944.45	103,521.75	106,221.20
D	COSTOS SIN PROYECTOS		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	Compra de Energia y Potencia en Barra	0.8475		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Costo de Operación y Mantenimiento	0.8475		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E	TOTAL COSTO INCREMENTALES		2,169,039.61	71,314.32	72,487.27	73,715.81	75,002.58	76,350.34	77,761.98	79,240.52	80,789.14	82,411.16	84,110.06	85,889.47	87,753.22	89,705.31	91,749.92	93,891.44	96,134.45	98,483.78	100,944.45	103,521.75	106,221.20

FORMATO N°6																						
BENEFICIOS INCREMENTALES (A PRECIOS SOCIALES)																						
DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024																						
ITEM	N°	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	AÑO	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045
1	SITUACION CON PROYECTO																					
	Beneficio por Iluminación	-	149,321.90	154,697.49	160,266.60	166,036.20	172,013.50	178,205.98	184,621.40	191,267.77	198,153.41	205,286.93	212,677.26	220,333.64	228,265.66	236,483.22	244,996.61	253,816.49	262,953.89	272,420.23	282,227.35	292,387.54
	Beneficio Radio y Televisión	-	47,341.84	49,046.15	50,811.81	52,641.03	54,536.11	56,499.41	58,533.39	60,640.59	62,823.65	65,085.30	67,428.37	69,855.80	72,370.60	74,975.95	77,675.08	80,471.38	83,368.35	86,369.61	89,478.92	92,700.16
	Beneficio refrigeracion	-	113,404.20	117,486.75	121,716.27	126,098.06	130,637.59	135,340.54	140,212.80	145,260.46	150,489.84	155,907.47	161,520.14	167,334.87	173,358.92	179,599.85	186,065.44	192,763.80	199,703.29	206,892.61	214,340.75	222,057.01
	Por kW.h Adicionales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	TOTAL VENTAS DE ENERGIA		310,067.94	321,230.39	332,794.68	344,775.29	357,187.20	370,045.94	383,367.59	397,168.82	411,466.90	426,279.71	441,625.78	457,524.31	473,995.18	491,059.01	508,737.13	527,051.67	546,025.53	565,682.45	586,047.02	607,144.71
2	SITUACION SIN PROYECTO																					
	Beneficio Economico Sin Proyecto		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	TOTAL BENEFICIOS SIN PROYECTO		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	BENEFICIOS INCREMENTALES		310,067.94	321,230.39	332,794.68	344,775.29	357,187.20	370,045.94	383,367.59	397,168.82	411,466.90	426,279.71	441,625.78	457,524.31	473,995.18	491,059.01	508,737.13	527,051.67	546,025.53	565,682.45	586,047.02	607,144.71

VALOR ACTUAL DE BENEFICIOS NETOS (A PRECIOS SOCIALES)

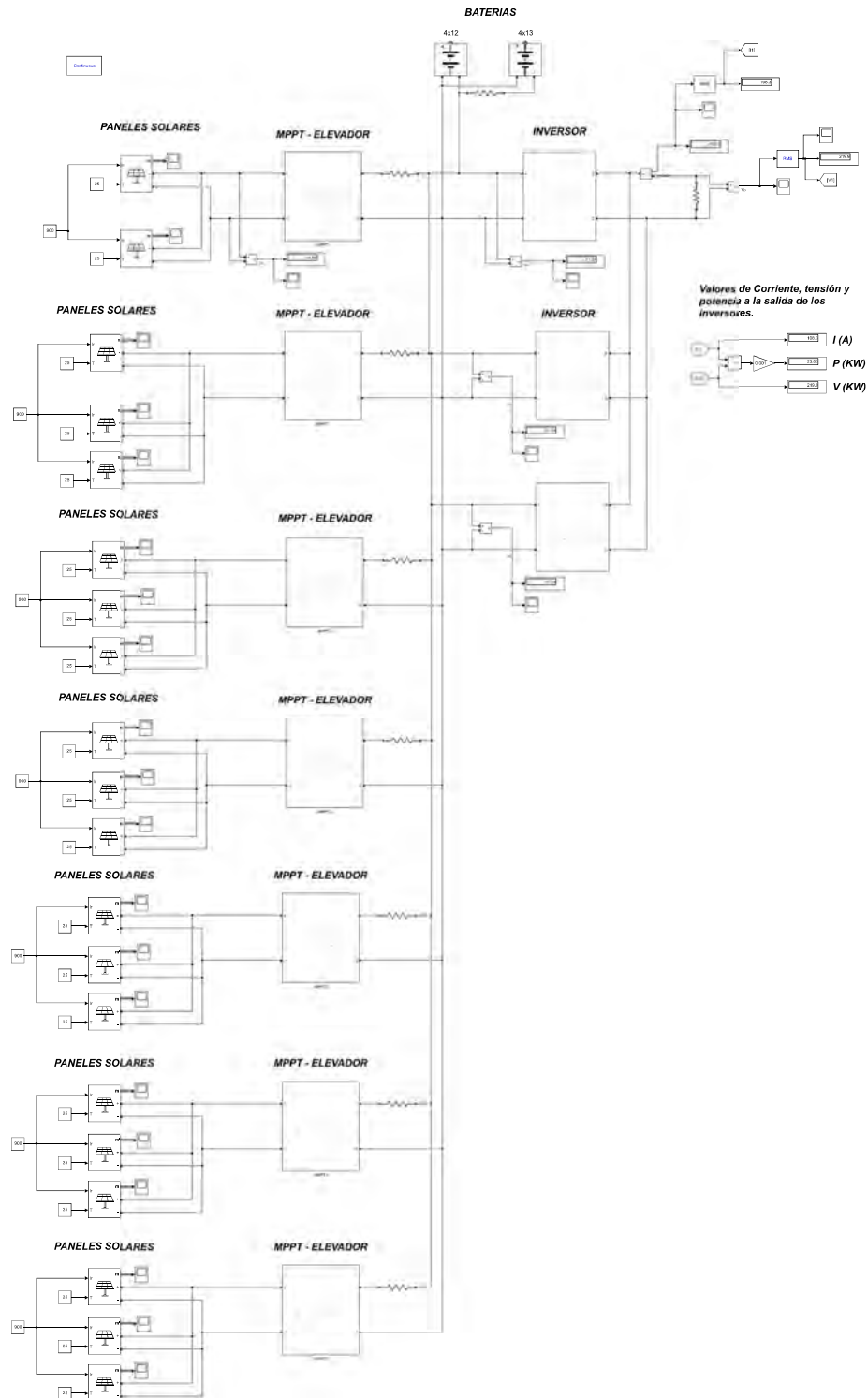
DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A CUATRO COMUNIDADES NATIVAS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS - 2024

ITEM	A PRECIOS SOCIALES	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	BENEFICIOS INCREMENTALES	-	310,067.94	321,230.39	332,794.68	344,775.29	357,187.20	370,045.94	383,367.59	397,168.82	411,466.90	426,279.71	441,625.78	457,524.31	473,995.18	491,059.01	508,737.13	527,051.67	546,025.53	565,682.45	586,047.02	607,144.71
2	COSTOS INCREMENTALES	2,169,039.61	71,314.32	72,487.27	73,715.81	75,002.58	76,350.34	77,761.98	79,240.52	80,789.14	82,411.16	84,110.06	85,889.47	87,753.22	89,705.31	91,749.92	93,891.44	96,134.45	98,463.78	100,944.45	103,521.75	106,221.20
3	BENEFICIOS NETOS TOTALES	-2,169,039.61	238,753.62	248,743.12	259,078.87	269,772.70	280,836.86	292,283.96	304,127.07	316,379.68	329,055.74	342,169.66	355,736.31	369,771.08	384,289.87	399,309.09	414,845.70	430,917.22	447,541.76	464,738.00	482,525.27	500,923.51
	BENEFICIOS NETOS	-2,169,039.61	238,753.62	248,743.12	259,078.87	269,772.70	280,836.86	292,283.96	304,127.07	316,379.68	329,055.74	342,169.66	355,736.31	369,771.08	384,289.87	399,309.09	414,845.70	430,917.22	447,541.76	464,738.00	482,525.27	500,923.51

INDICADORES	PRIVADOS	SOCIALES
TASA DE DESCUENTO	12%	8%
MONTO DE INVERSION	2,747,283.80	2,169,039.61
VAN(S/L)	-2,214,854.26	1,005,804.53
TIR(%)	-3.26%	12.92%
B/C	0.80	2.27

**ANEXO N° 7: SIMULACION DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO
CENTRALIZADO EN MATLAB/SIMULINK**

PanelSolar4_Palma_Real



**ANEXO N° 8: DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO
EN PVSYST**



Proyecto: Sistema Fotovoltaico Centralizado Comunidad Lago Valencia

PVsyst V7.3.1

VC0, Fecha de simulación:
26/05/25 11:33
con v7.3.1

Variante: Nueva variante de simulación

Resumen del proyecto

Sitio geográfico

Palma Real
Perú

Situación

Latitud -12.51 °S
Longitud -68.78 °W
Altitud 193 m
Zona horaria UTC-5

Configuración del proyecto

Albedo 0.20

Datos meteo

Palma Real
NASA-SSE satellite data 1983-2005 - Sintético

Resumen del sistema

Sistema independiente

Orientación campo FV

Plano fijo
Inclinación/Azimet 20 / 0 °

Sistema independiente con baterías

Sombreados cercanos

Sombreados lineales

Necesidades del usuario

Perfil diario
Constante durante el año
Promedio 91 kWh/Día

Información del sistema

Generador FV

Núm. de módulos 48 unidades
Pnom total 28.80 kWp

Paquete de baterías

Tecnología Plomo-ácido, sellado, AGM
Núm. de unidades 36 unidades
Voltaje 48 V
Capacidad 2151 Ah

Resumen de resultados

Energía disponible	43069 kWh/año	Producción específica	1495 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	61.43 %
Energía usada	31571 kWh/año			Fracción solar (SF)	94.67 %

Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	5
Necesidades detalladas del usuario	6
Resultados principales	7
Diagrama de pérdida	8
Gráficos predefinidos	9



Proyecto: Sistema Fotovoltaico Centralizado Comunidad Lago Valencia

PVsyst V7.3.1

VCO, Fecha de simulación:
26/05/25 11:33
con v7.3.1

Variante: Nueva variante de simulación

Parámetros generales

Sistema independiente

Orientación campo FV

Orientación

Plano fijo
Inclinación/Azimet 20 / 0 °

Sombreados cercanos

Sombreados lineales

Sistema independiente con baterías

Configuración de cobertizos

Núm. de cobertizos 4 unidades
Conjuntos idénticos

Tamaños

Espaciado entre cobertizos 8.01 m
Ancho de colector 4.95 m
Proporc. cob. suelo (GCR) 61.8 %

Ángulo límite de sombreado

Ángulo límite de perfil 26.8 °

Necesidades del usuario

Perfil diario
Constante durante el año
Promedio 91 kWh/Día

Modelos usados

Transposición Perez
Difuso Perez, Meteonorm
Circunsolar separado

Carga por hora	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	0.49	2.98	0.45	2.98	0.45	2.98	2.44	7.44	5.33	7.86	3.71	6.24	kW
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
	4.45	6.24	3.71	5.05	2.53	6.70	5.58	6.93	0.45	2.98	0.45	2.98	kW

Características del generador FV

Módulo FV

Fabricante Jinkosolar
Modelo JKM-600N-78HL4-BDV
(Base de datos PVsyst original)

Unidad Nom. Potencia 600 Wp
Número de módulos FV 48 unidades
Nominal (STC) 28.80 kWp
Módulos 24 Cadenas x 2 En series

En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 26.66 kWp
U mpp 84 V
I mpp 317 A

Controlador

Controlador universal
Tecnología Convertidor MPPT
Coef. temp. -5.0 mV/°C/Elem.

Convertidor

Eficiencias máxi y EURO 97.0 / 95.0 %

Potencia FV total

Nominal (STC) 29 kWp
Total 48 módulos
Área del módulo 134 m²

Batería

Fabricante Concorde
Modelo PVX-2580L
Tecnología Plomo-ácido, sellado, AGM

Núm. de unidades 9 en paralelo x 4 en series
Descarga mín. SOC 10.0 %
Energía almacenada 92.9 kWh

Características del paquete de baterías

Voltaje 48 V
Capacidad nominal 2151 Ah (C10)
Temperatura Fijo 20 °C

Control de gestión de la batería

Comandos de umbral como Cálculo SOC
Cargando SOC = 0.96 / 0.80
aprox. 61.4 / 49.8 V
Descarga SOC = 0.10 / 0.35
aprox. 44.1 / 47.8 V



Proyecto: Sistema Fotovoltaico Centralizado Comunidad Lago Valencia

PVsyst V7.3.1

VCO, Fecha de simulación:
26/05/25 11:33
con v7.3.1

Variante: Nueva variante de simulación

Pérdidas del conjunto

Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia
Uc (const) 20.0 W/m²K
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

Pérdida de calidad módulo

Frac. de pérdida -0.8 %

Factor de pérdida IAM

Efecto de incidencia (IAM): Fresnel, revestimiento AR, n(vidrio)=1.526, n(AR)=1.290

Pérdidas de cableado CC

Res. conjunto global 4.3 mΩ
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

Pérdidas de desajuste de módulo

Frac. de pérdida 0.6 % en MPP

Pérdida diodos serie

Caída de tensión 0.7 V
Frac. de pérdida 0.8 % en STC

Pérdidas de desajuste de cadenas

Frac. de pérdida 0.1 %

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



Proyecto: Sistema Fotovoltaico Centralizado Comunidad Lago Valencia

PVsyst V7.3.1

VC0, Fecha de simulación:
26/05/25 11:33
con v7.3.1

Variante: Nueva variante de simulación

Parámetro de sombreados cercanos

Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante

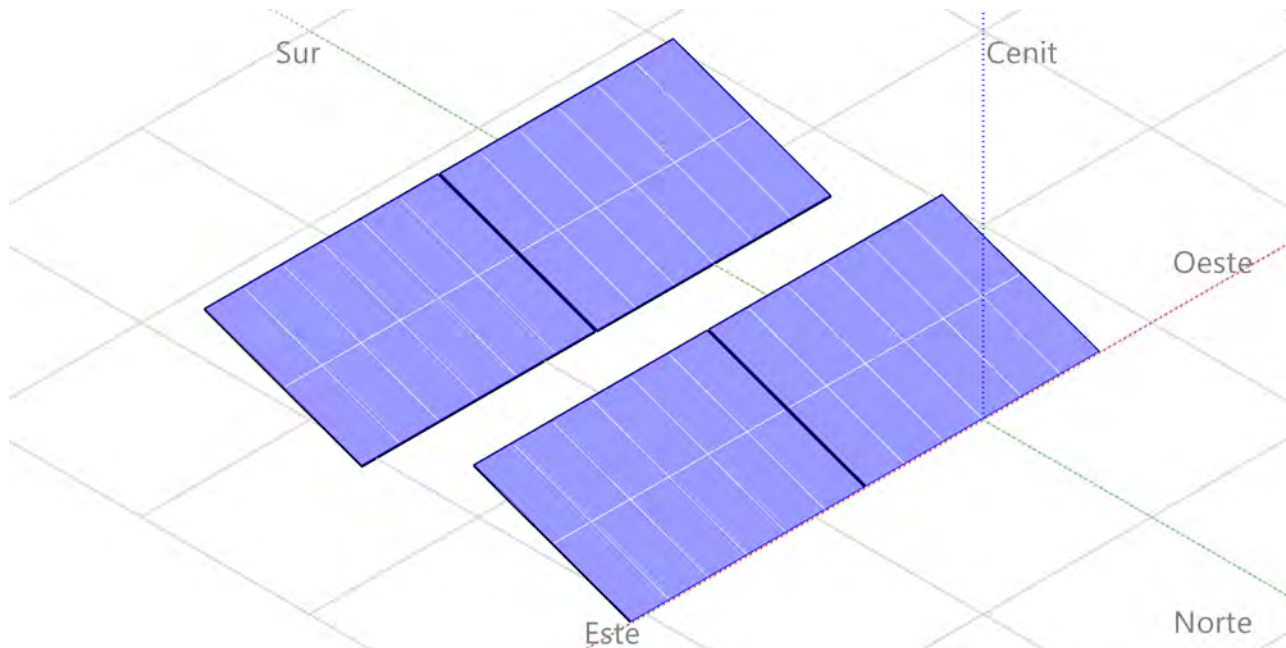
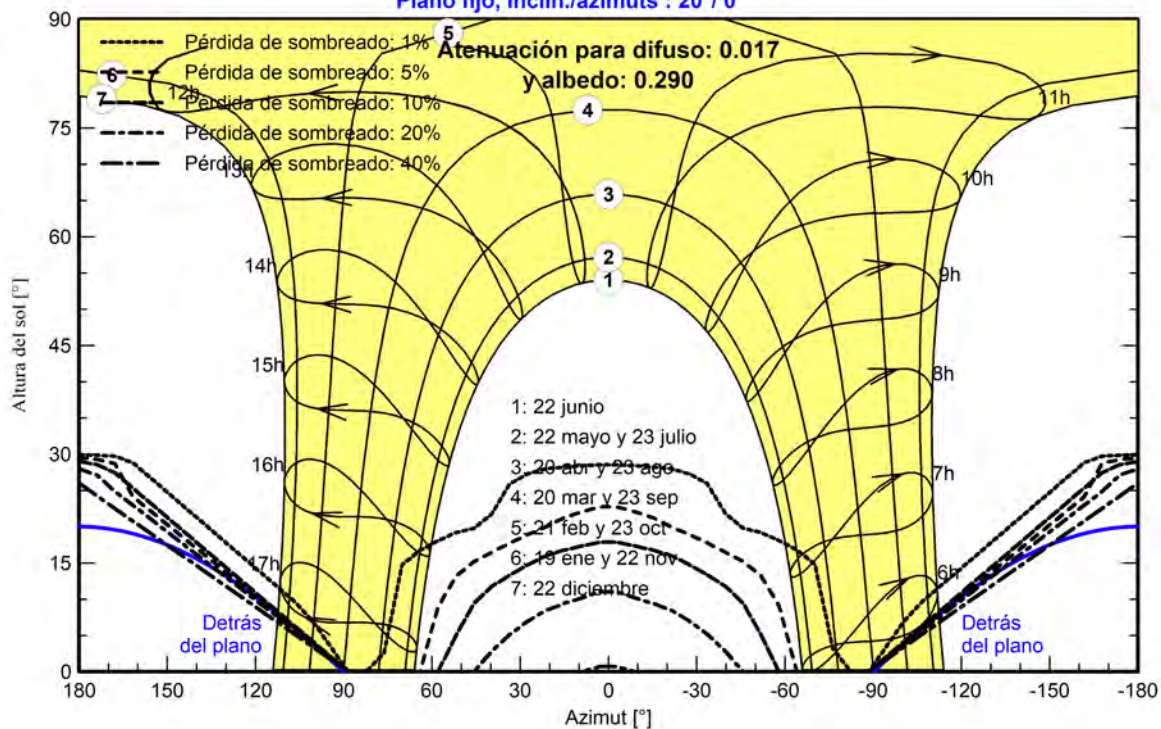


Diagrama de iso-sombreados

Orientación #1

Plano fijo, Inclín./azimuts : 20°/ 0°





Proyecto: Sistema Fotovoltaico Centralizado Comunidad Lago Valencia

PVsyst V7.3.1

VCO, Fecha de simulación:
26/05/25 11:33
con v7.3.1

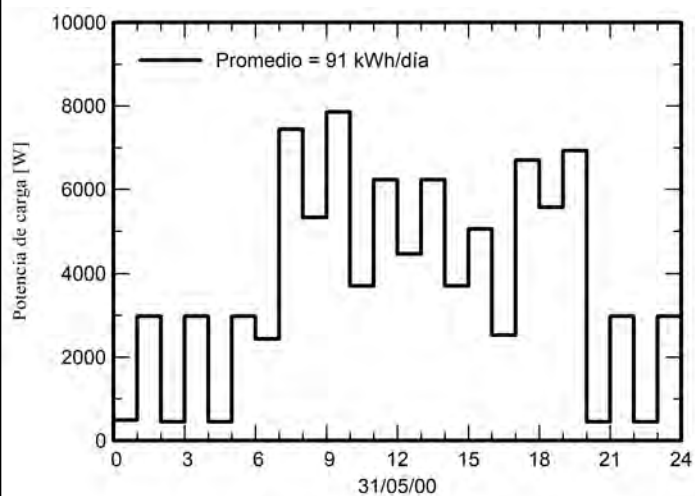
Variante: Nueva variante de simulación

Necesidades detalladas del usuario

Perfil diario, Constante durante el año, promedio = 91 kWh/día

Carga por hora	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	0.49	2.98	0.45	2.98	0.45	2.98	2.44	7.44	5.33	7.86	3.71	6.24	kW
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
	4.45	6.24	3.71	5.05	2.53	6.70	5.58	6.93	0.45	2.98	0.45	2.98	kW

Perfil diario





Proyecto: Sistema Fotovoltaico Centralizado Comunidad Lago Valencia

PVsyst V7.3.1

VCO, Fecha de simulación:
26/05/25 11:33
con v7.3.1

Variante: Nueva variante de simulación

Resultados principales

Producción del sistema

Energía disponible 43069 kWh/año
Energía usada 31571 kWh/año
Exceso (sin usar) 9118 kWh/año

Pérdida de carga

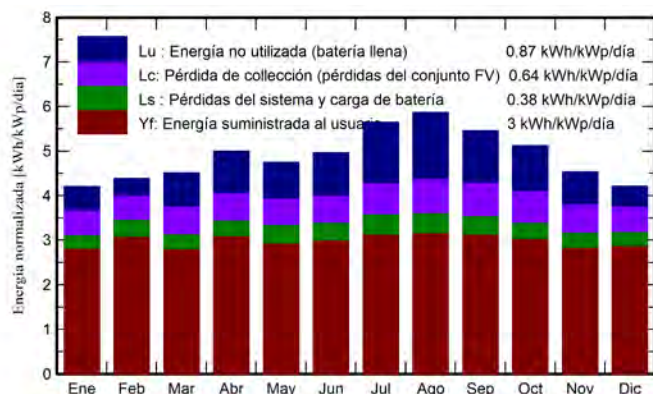
Fracción de tiempo 5.5 %
Energía faltante 1777 kWh/año

Proporción de rendimiento (PR) 61.43 %
Fracción solar (SF) 94.67 %

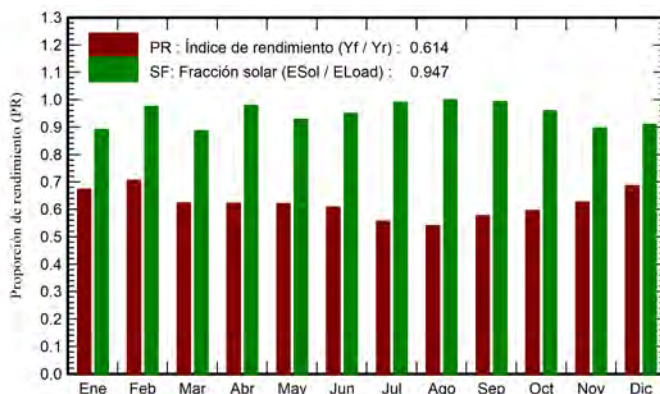
Envejecimiento de la batería (Estado de desgaste)

Ciclos SOW 79.7 %
SOW estático 80.0 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	E_Avail kWh	EUnused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac proporción
Enero	145.1	125.3	3113	458	306.3	2526	2832	0.892
Febrero	129.9	118.7	2968	290	62.3	2496	2558	0.976
Marzo	139.8	135.7	3334	657	319.0	2513	2832	0.887
Abril	137.7	146.1	3661	792	55.9	2685	2741	0.980
Mayo	126.2	143.4	3578	711	200.5	2632	2832	0.929
Junio	123.0	145.1	3627	811	137.0	2604	2741	0.950
Julio	145.4	171.3	4284	1204	24.7	2808	2832	0.991
Agosto	160.0	178.0	4428	1319	0.0	2832	2832	1.000
Septiembre	157.5	159.7	3937	989	19.8	2721	2741	0.993
Octubre	163.7	154.2	3793	882	114.0	2718	2832	0.960
Noviembre	149.7	131.4	3234	616	284.3	2457	2741	0.896
Diciembre	147.2	125.2	3111	390	253.3	2579	2832	0.911
Año	1725.2	1733.9	43069	9118	1777.1	31571	33349	0.947

Leyendas

GlobHor Irradiación horizontal global

GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados

E_Avail Energía solar disponible

EUnused Energía no utilizada (batería llena)

E_Miss Energía faltante

E_User Energía suministrada al usuario

E_Load Necesidad energética del usuario (Carga)

SolFrac Fracción solar (EUtilizada / ECarga)



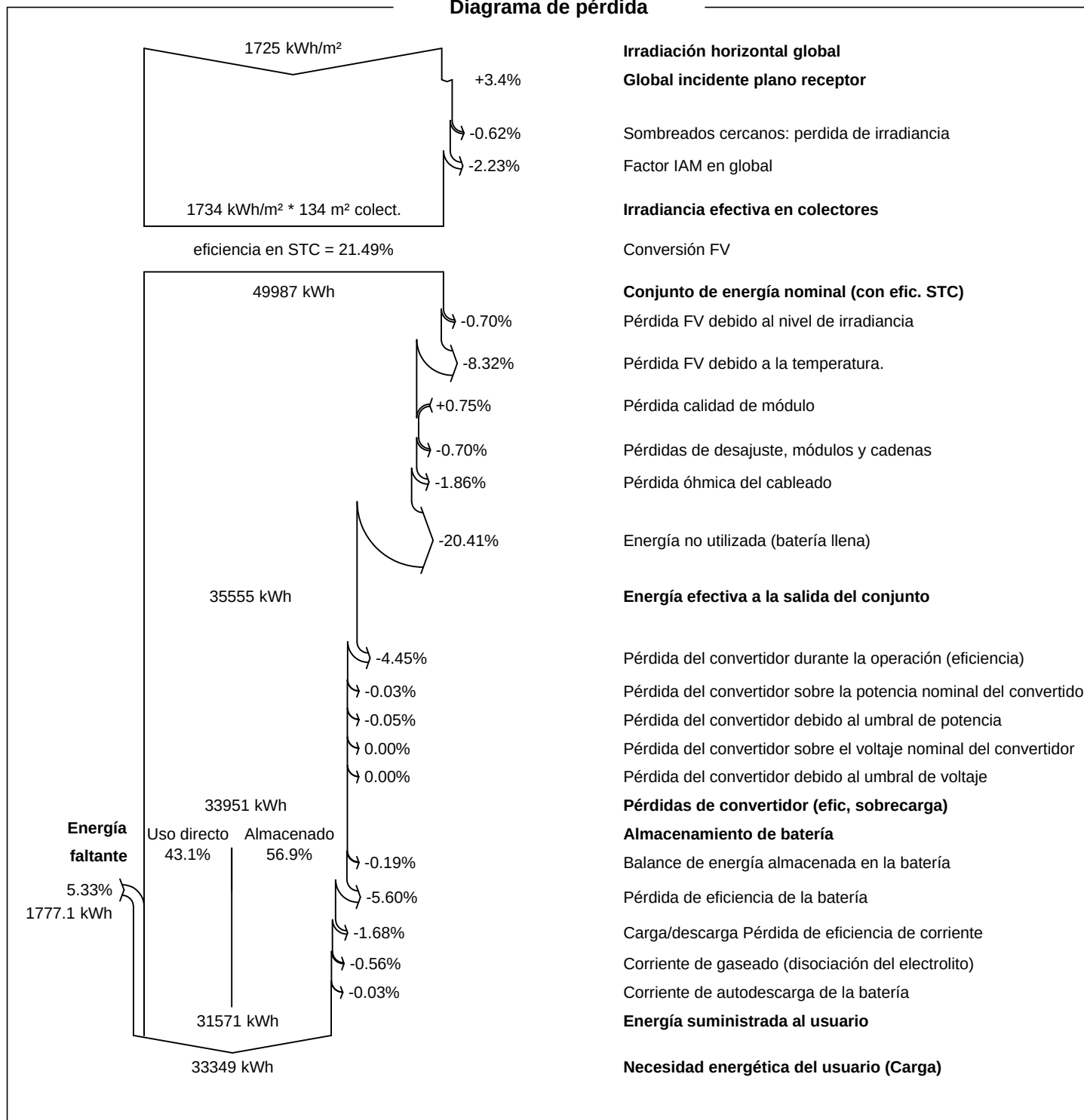
Proyecto: Sistema Fotovoltaico Centralizado Comunidad Lago Valencia

Variante: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.3.1

VC0, Fecha de simulación:
26/05/25 11:33
con v7.3.1

Diagrama de pérdida





Proyecto: Sistema Fotovoltaico Centralizado Comunidad Nativa Palma Real

Variante: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.3.1

VC0, Fecha de simulación:
26/05/25 11:44
con v7.3.1

Resumen del proyecto

Sitio geográfico

Palma Real
Peru

Situación

Latitud -12.51 °S
Longitud -68.78 °W
Altitud 193 m
Zona horaria UTC-5

Configuración del proyecto

Albedo 0.20

Datos meteo

Palma Real
NASA-SSE satellite data 1983-2005 - Sintético

Resumen del sistema

Sistema independiente

Orientación campo FV

Plano fijo
Inclinación/Azimut 20 / 0 °

Sistema independiente con baterías

Sombreados cercanos

Sombreados lineales

Necesidades del usuario

Perfil diario
Constante durante el año
Promedio 243 kWh/Día

Información del sistema

Generador FV

Núm. de módulos 120 unidades
Pnom total 72.0 kWp

Paquete de baterías

Tecnología Plomo-ácido, sellado, AGM
Núm. de unidades 100 unidades
Voltaje 48 V
Capacidad 5975 Ah

Resumen de resultados

Energía disponible	107509 kWh/año	Producción específica	1493 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	62.75 %
Energía usada	80622 kWh/año			Fracción solar (SF)	90.73 %

Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	5
Necesidades detalladas del usuario	6
Resultados principales	7
Diagrama de pérdida	8
Gráficos predefinidos	9



Proyecto: Sistema Fotovoltaico Centralizado Comunidad Nativa Palma Real

Variante: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.3.1

VCO, Fecha de simulación:
26/05/25 11:44
con v7.3.1

Parámetros generales

Sistema independiente

Orientación campo FV

Orientación

Plano fijo
Inclinación/Azimut 20 / 0 °

Sombreados cercanos

Sombreados lineales

Sistema independiente con baterías

Configuración de cobertizos

Núm. de cobertizos 10 unidades

Tamaños

Espaciado entre cobertizos 8.00 m
Ancho de colector 4.95 m
Proporc. cob. suelo (GCR) 61.9 %

Ángulo límite de sombreado

Ángulo límite de perfil 26.8 °

Necesidades del usuario

Perfil diario
Constante durante el año
Promedio 243 kWh/Día

Modelos usados

Transposición Perez
Difuso Perez, Meteonorm
Circunsolar separado

Carga por hora	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	0.46	10.53	0.43	10.53	0.43	10.53	7.45	26.33	7.42	17.52	6.38	16.48	kW
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
	9.02	16.48	6.38	15.72	5.62	20.17	13.58	20.05	0.43	10.53	0.43	10.53	kW

Características del generador FV

Módulo FV

Fabricante Jinkosolar
Modelo JKM-600N-78HL4-BDV

(Base de datos PVsyst original)

Unidad Nom. Potencia 600 Wp
Número de módulos FV 120 unidades
Nominal (STC) 72.0 kWp
Módulos 60 Cadenas x 2 En series

En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 66.7 kWp
U mpp 84 V
I mpp 793 A

Controlador

Controlador universal
Tecnología Convertidor MPPT
Coef. temp. -5.0 mV/°C/Elem.

Convertidor

Eficiencias máxi y EURO 97.0 / 95.0 %

Potencia FV total

Nominal (STC) 72 kWp
Total 120 módulos
Área del módulo 335 m²

Batería

Fabricante Concorde
Modelo PVX-2580L

Tecnología Plomo-ácido, sellado, AGM
Núm. de unidades 25 en paralelo x 4 en series
Descarga mín. SOC 20.0 %
Energía almacenada 229.4 kWh

Características del paquete de baterías

Voltaje 48 V
Capacidad nominal 5975 Ah (C10)
Temperatura Fijo 20 °C

Control de gestión de la batería

Comandos de umbral como Cálculo SOC
Cargando SOC = 0.90 / 0.75
aprox. 54.5 / 49.5 V
Descarga SOC = 0.20 / 0.45
aprox. 46.1 / 48.3 V



Proyecto: Sistema Fotovoltaico Centralizado Comunidad Nativa Palma Real

Variante: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.3.1

VCO, Fecha de simulación:

26/05/25 11:44

con v7.3.1

Pérdidas del conjunto

Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia
Uc (const) 20.0 W/m²K
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

Pérdida de calidad módulo

Frac. de pérdida -0.8 %

Factor de pérdida IAM

Efecto de incidencia (IAM): Fresnel, revestimiento AR, n(vidrio)=1.526, n(AR)=1.290

Pérdidas de cableado CC

Res. conjunto global 1.7 mΩ
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

Pérdidas de desajuste de módulo

Frac. de pérdida 0.6 % en MPP

Pérdida diodos serie

Caída de tensión 0.7 V
Frac. de pérdida 0.8 % en STC

Pérdidas de desajuste de cadenas

Frac. de pérdida 0.1 %

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



Proyecto: Sistema Fotovoltaico Centralizado Comunidad Nativa Palma Real

Variante: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.3.1

VC0, Fecha de simulación:

26/05/25 11:44

con v7.3.1

Parámetro de sombreados cercanos

Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante

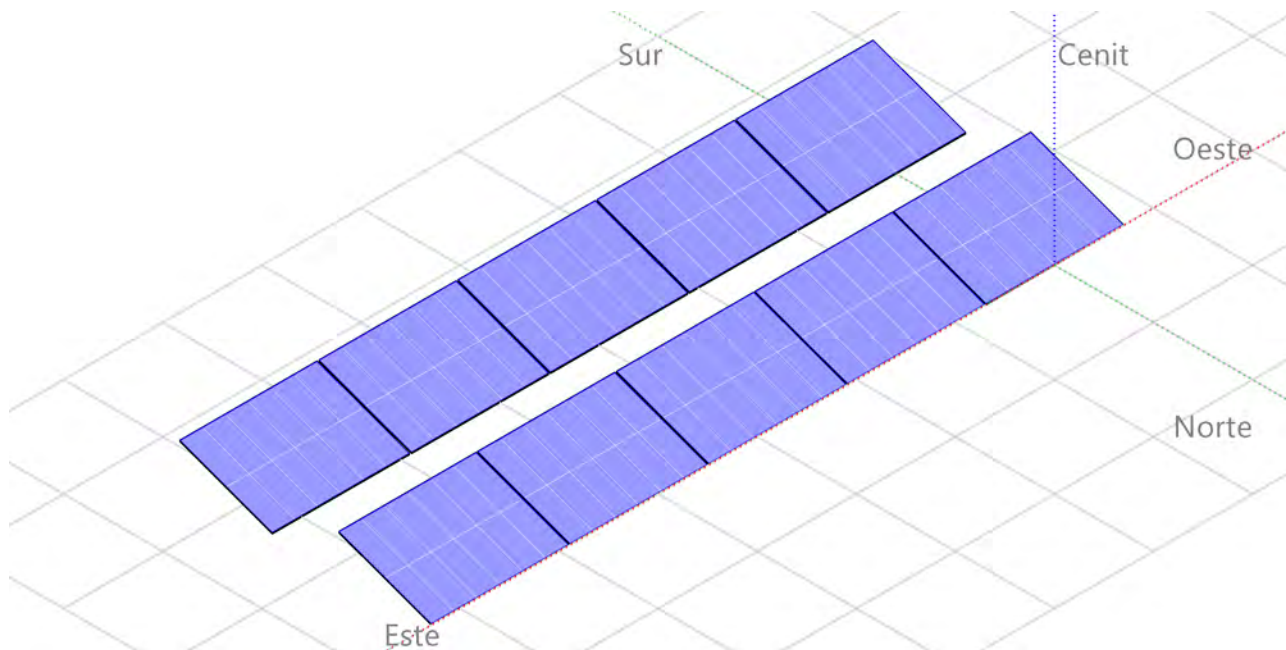
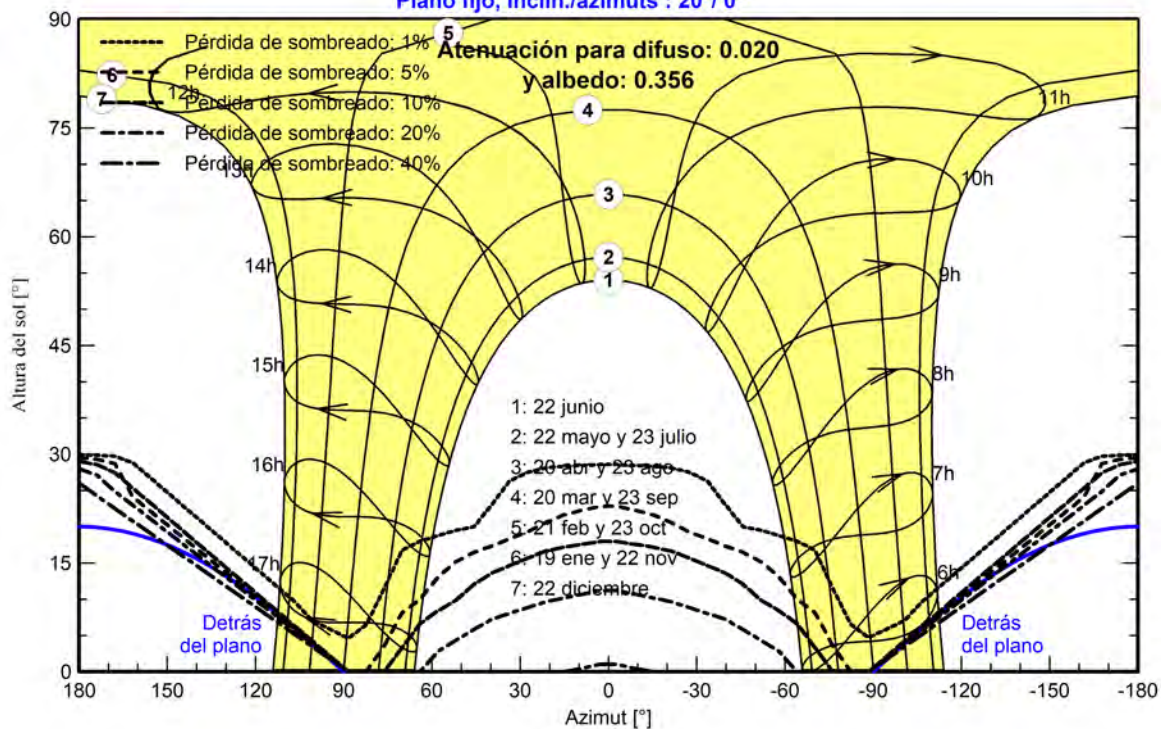


Diagrama de iso-sombreados

Orientación #1

Plano fijo, Inclín./azimuts : 20°/ 0°





Proyecto: Sistema Fotovoltaico Centralizado Comunidad Nativa Palma Real

PVsyst V7.3.1

VCO, Fecha de simulación:
26/05/25 11:44
con v7.3.1

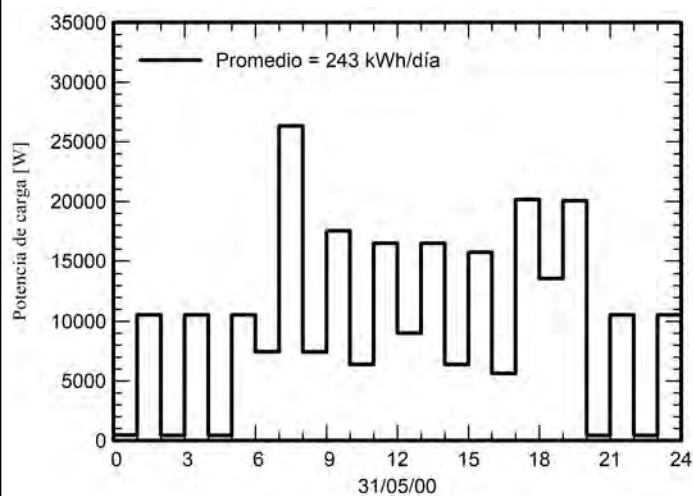
Variante: Nueva variante de simulación

Necesidades detalladas del usuario

Perfil diario, Constante durante el año, promedio = 243 kWh/día

Carga por hora	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	0.46	10.53	0.43	10.53	0.43	10.53	7.45	26.33	7.42	17.52	6.38	16.48	kW
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
	9.02	16.48	6.38	15.72	5.62	20.17	13.58	20.05	0.43	10.53	0.43	10.53	kW

Perfil diario





Proyecto: Sistema Fotovoltaico Centralizado Comunidad Nativa Palma Real

PVsyst V7.3.1

VCO, Fecha de simulación:
26/05/25 11:44
con v7.3.1

Variante: Nueva variante de simulación

Resultados principales

Producción del sistema

Energía disponible	107509 kWh/año
Energía usada	80622 kWh/año
Exceso (sin usar)	21751 kWh/año

Pérdida de carga

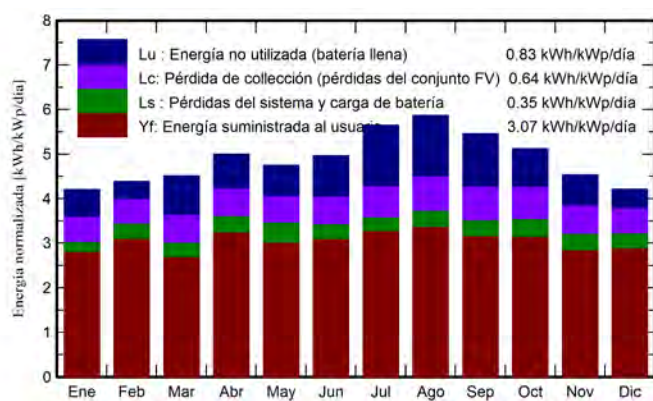
Fracción de tiempo	9.4 %
Energía faltante	8237 kWh/año

Proporción de rendimiento (PR)	62.75 %
Fracción solar (SF)	90.73 %

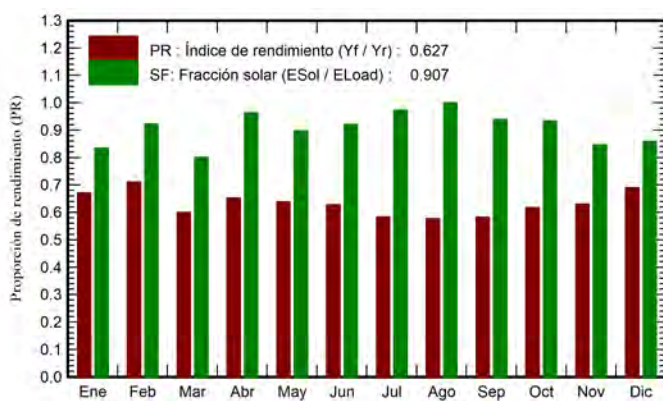
Envejecimiento de la batería (Estado de desgaste)

Ciclos SOW	80.5 %
SOW estático	80.0 %
Duración de vida de batería	5.0 años

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	GlobEff kWh/m²	E_Avail kWh	EUnused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac proporción
Enero	145.1	125.1	7781	1321	1251	6296	7547	0.834
Febrero	129.9	118.5	7413	754	529	6288	6817	0.922
Marzo	139.8	135.5	8333	1914	1505	6042	7547	0.801
Abril	137.7	146.0	9130	1619	263	7041	7303	0.964
Mayo	126.2	143.2	8921	1486	778	6769	7547	0.897
Junio	123.0	144.8	9047	1928	581	6722	7303	0.920
Julio	145.4	171.1	10697	2994	200	7347	7547	0.974
Agosto	160.0	177.8	11050	3020	0	7547	7547	1.000
Septiembre	157.5	159.5	9839	2530	441	6863	7303	0.940
Octubre	163.7	154.0	9464	1863	497	7050	7547	0.934
Noviembre	149.7	131.2	8070	1439	1126	6178	7303	0.846
Diciembre	147.2	125.0	7766	884	1067	6480	7547	0.859
Año	1725.2	1731.7	107509	21751	8237	80622	88859	0.907

Leyendas

GlobHor	Irradiación horizontal global	E_User	Energía suministrada al usuario
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	E_Load	Necesidad energética del usuario (Carga)
E_Avail	Energía solar disponible	SolFrac	Fracción solar (EUtilizada / ECarga)
EUnused	Energía no utilizada (batería llena)		
E_Miss	Energía faltante		



Proyecto: Sistema Fotovoltaico Centralizado Comunidad Nativa Palma Real

Variante: Nueva variante de simulación

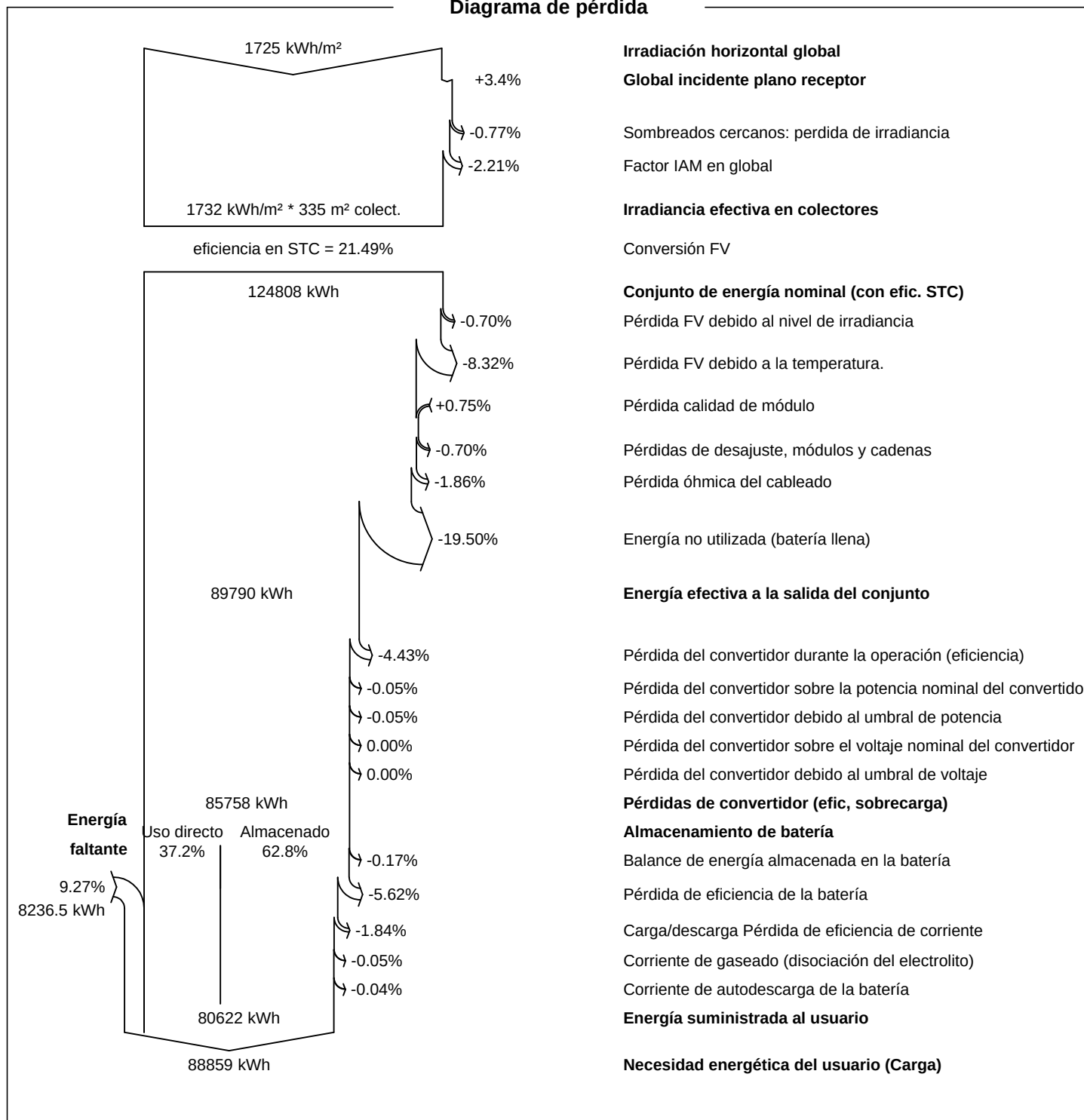
PVsyst V7.3.1

VC0, Fecha de simulación:

26/05/25 11:44

con v7.3.1

Diagrama de pérdida





Proyecto: Sistema Fotovoltaico Centralizado Comunidad Puerto Pardo

PVsyst V7.3.1

VC0, Fecha de simulación:
26/05/25 11:54
con v7.3.1

Variante: Nueva variante de simulación

Resumen del proyecto

Sitio geográfico

Palma Real

Peru

Situación

Latitud -12.51 °S
Longitud -68.78 °W
Altitud 193 m
Zona horaria UTC-5

Configuración del proyecto

Albedo 0.20

Datos meteo

Palma Real

NASA-SSE satellite data 1983-2005 - Sintético

Resumen del sistema

Sistema independiente

Orientación campo FV

Plano fijo

Inclinación/Azimut 20 / 0 °

Sistema independiente con baterías

Sombreados cercanos

Sombreados lineales

Necesidades del usuario

Perfil diario

Constante durante el año

Promedio 120 kWh/Día

Información del sistema

Generador FV

Núm. de módulos

Pnom total

60 unidades

36.0 kWp

Paquete de baterías

Tecnología

Núm. de unidades

Voltaje

Capacidad

Plomo-ácido, sellado, AGM

48 unidades

48 V

2868 Ah

Resumen de resultados

Energía disponible 53870 kWh/año

Energía usada 39966 kWh/año

Producción específica 1496 kWh/kWp/año

Proporción rend. PR 62.21 %

Fracción solar (SF) 91.45 %

Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	5
Necesidades detalladas del usuario	6
Resultados principales	7
Diagrama de pérdida	8
Gráficos predefinidos	9



Proyecto: Sistema Fotovoltaico Centralizado Comunidad Puerto Pardo

Variante: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.3.1

VCO, Fecha de simulación:
26/05/25 11:54
con v7.3.1

Parámetros generales

Sistema independiente

Orientación campo FV

Orientación

Plano fijo
Inclinación/Azimut 20 / 0 °

Sombreados cercanos

Sombreados lineales

Sistema independiente con baterías

Configuración de cobertizos

Núm. de cobertizos 5 unidades

Tamaños

Espaciado entre cobertizos 8.00 m
Ancho de colector 4.95 m
Proporc. cob. suelo (GCR) 61.9 %

Ángulo límite de sombreado

Ángulo límite de perfil 26.9 °

Necesidades del usuario

Perfil diario
Constante durante el año
Promedio 120 kWh/Día

Modelos usados

Transposición Perez
Difuso Perez, Meteonorm
Circunsolar separado

Carga por hora	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	0.49	4.57	0.46	4.57	0.46	4.57	3.51	11.44	5.14	9.25	4.03	8.14	kW
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
	5.17	8.14	4.03	7.33	3.22	9.28	6.69	9.15	0.46	4.57	0.46	4.57	kW

Características del generador FV

Módulo FV

Fabricante Jinkosolar
Modelo JKM-600N-78HL4-BDV

(Base de datos PVsyst original)

Unidad Nom. Potencia 600 Wp
Número de módulos FV 60 unidades
Nominal (STC) 36.0 kWp
Módulos 30 Cadenas x 2 En series

En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 33.3 kWp
U mpp 84 V
I mpp 396 A

Controlador

Controlador universal
Tecnología Convertidor MPPT
Coef. temp. -5.0 mV/°C/Elem.

Convertidor

Eficiencias máxi y EURO 97.0 / 95.0 %

Potencia FV total

Nominal (STC) 36 kWp
Total 60 módulos
Área del módulo 168 m²

Batería

Fabricante Concorde
Modelo PVX-2580L

Tecnología Plomo-ácido, sellado, AGM
Núm. de unidades 12 en paralelo x 4 en series
Descarga mín. SOC 20.0 %
Energía almacenada 110.1 kWh

Características del paquete de baterías

Voltaje 48 V
Capacidad nominal 2868 Ah (C10)
Temperatura Fijo 20 °C

Control de gestión de la batería

Comandos de umbral como Cálculo SOC
Cargando SOC = 0.90 / 0.75
aprox. 54.6 / 49.5 V
Descarga SOC = 0.20 / 0.45
aprox. 46.1 / 48.3 V



Proyecto: Sistema Fotovoltaico Centralizado Comunidad Puerto Pardo

Variante: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.3.1

VCO, Fecha de simulación:

26/05/25 11:54

con v7.3.1

Pérdidas del conjunto

Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia
Uc (const) 20.0 W/m²K
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

Pérdida de calidad módulo

Frac. de pérdida -0.8 %

Factor de pérdida IAM

Efecto de incidencia (IAM): Fresnel, revestimiento AR, n(vidrio)=1.526, n(AR)=1.290

Pérdidas de cableado CC

Res. conjunto global 3.5 mΩ
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

Pérdidas de desajuste de módulo

Frac. de pérdida 0.6 % en MPP

Pérdida diodos serie

Caída de tensión 0.7 V
Frac. de pérdida 0.8 % en STC

Pérdidas de desajuste de cadenas

Frac. de pérdida 0.1 %

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



Proyecto: Sistema Fotovoltaico Centralizado Comunidad Puerto Pardo

Variante: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.3.1

VC0, Fecha de simulación:

26/05/25 11:54

con v7.3.1

Parámetro de sombreados cercanos

Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante

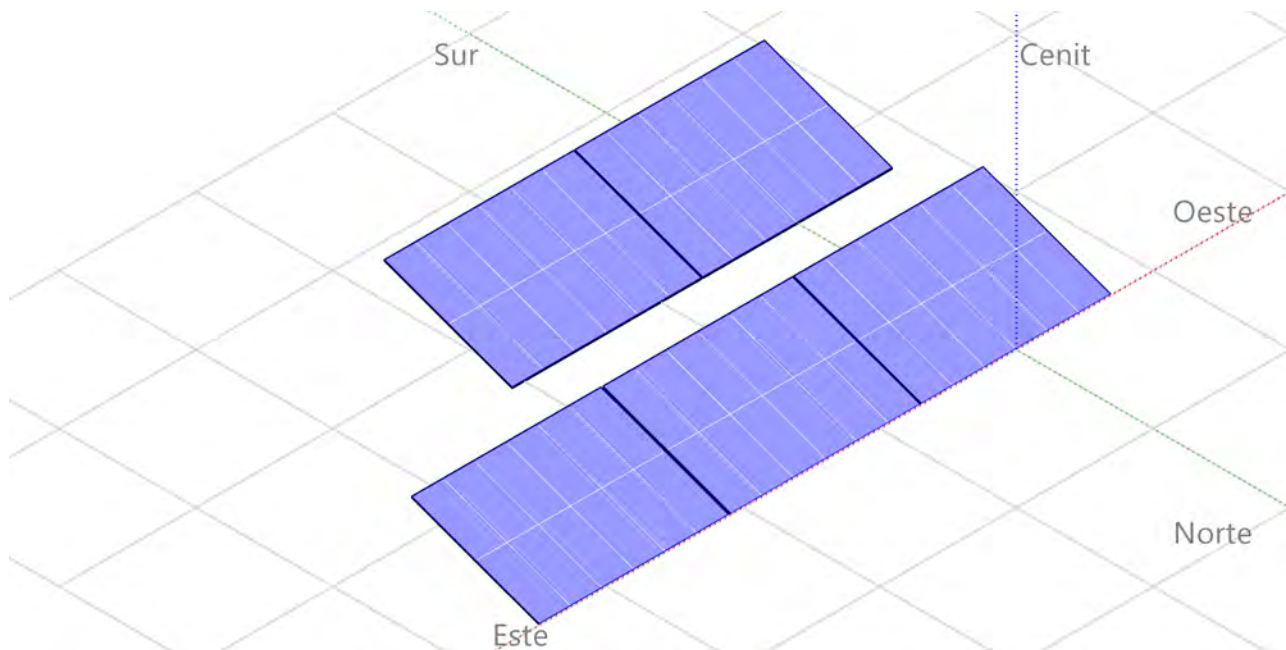
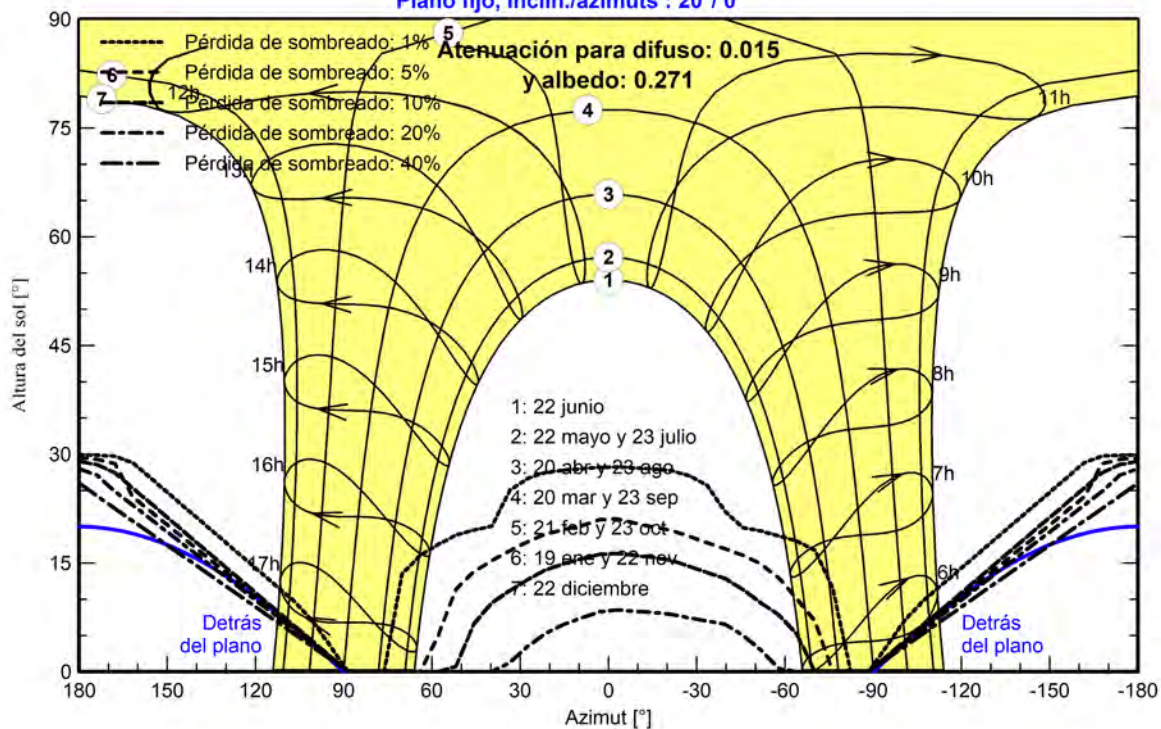


Diagrama de iso-sombreados

Orientación #1

Plano fijo, Inclín./azimuts : 20°/ 0°





Proyecto: Sistema Fotovoltaico Centralizado Comunidad Puerto Pardo

PVsyst V7.3.1

VCO, Fecha de simulación:

26/05/25 11:54

con v7.3.1

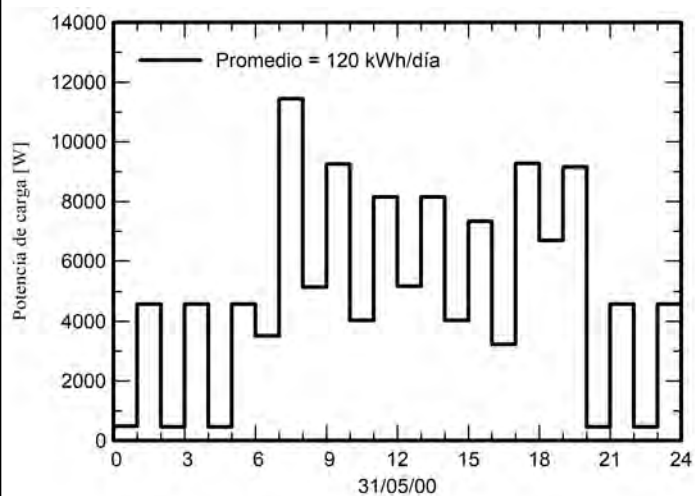
Variante: Nueva variante de simulación

Necesidades detalladas del usuario

Perfil diario, Constante durante el año, promedio = 120 kWh/día

Carga por hora	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	0.49	4.57	0.46	4.57	0.46	4.57	3.51	11.44	5.14	9.25	4.03	8.14	kW
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
	5.17	8.14	4.03	7.33	3.22	9.28	6.69	9.15	0.46	4.57	0.46	4.57	kW

Perfil diario





Proyecto: Sistema Fotovoltaico Centralizado Comunidad Puerto Pardo

PVsyst V7.3.1

VCO, Fecha de simulación:
26/05/25 11:54
con v7.3.1

Variante: Nueva variante de simulación

Resultados principales

Producción del sistema

Energía disponible	53870 kWh/año
Energía usada	39966 kWh/año
Exceso (sin usar)	11898 kWh/año

Pérdida de carga

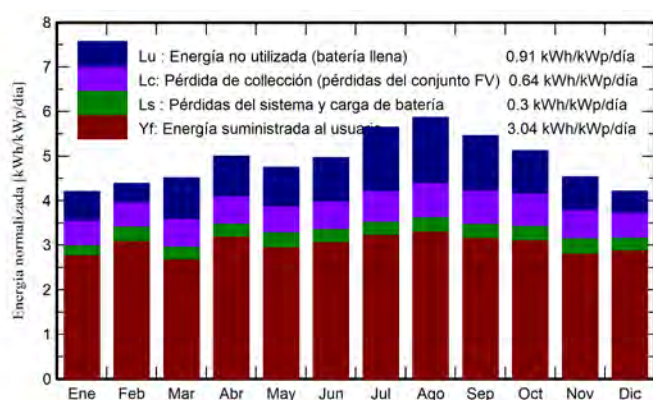
Fracción de tiempo	8.8 %
Energía faltante	3738 kWh/año

Proporción de rendimiento (PR)	62.21 %
Fracción solar (SF)	91.45 %

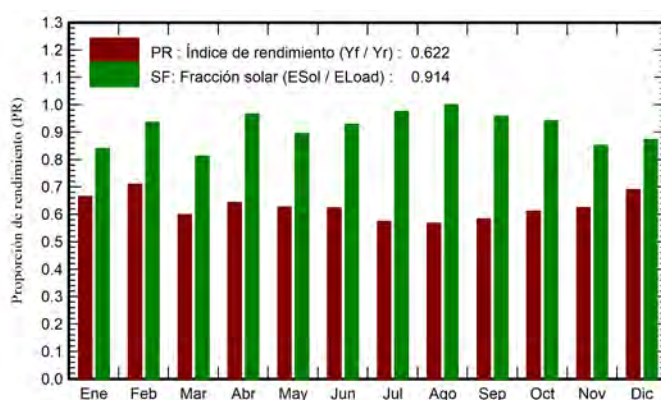
Envejecimiento de la batería (Estado de desgaste)

Ciclos SOW	81.0 %
SOW estático	80.0 %
Duración de vida de batería	5.0 años

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	E_Avail kWh	EUnused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac proporción
Enero	145.1	125.4	3899	706	593.4	3118	3712	0.840
Febrero	129.9	118.7	3713	403	216.4	3136	3353	0.935
Marzo	139.8	135.8	4176	1010	695.6	3016	3712	0.813
Abril	137.7	146.2	4576	949	122.7	3469	3592	0.966
Mayo	126.2	143.4	4474	948	389.1	3323	3712	0.895
Junio	123.0	145.1	4535	1039	256.4	3336	3592	0.929
Julio	145.4	171.3	5359	1565	90.8	3621	3712	0.976
Agosto	160.0	178.0	5535	1627	0.0	3712	3712	1.000
Septiembre	157.5	159.7	4926	1307	152.5	3440	3592	0.958
Octubre	163.7	154.2	4741	1056	217.4	3494	3712	0.941
Noviembre	149.7	131.4	4044	785	531.7	3060	3592	0.852
Diciembre	147.2	125.3	3892	506	472.4	3239	3712	0.873
Año	1725.2	1734.6	53870	11898	3738.3	39966	43704	0.914

Leyendas

GlobHor	Irradiación horizontal global	E_User	Energía suministrada al usuario
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	E_Load	Necesidad energética del usuario (Carga)
E_Avail	Energía solar disponible	SolFrac	Fracción solar (EUtilizada / ECarga)
EUnused	Energía no utilizada (batería llena)		
E_Miss	Energía faltante		



Proyecto: Sistema Fotovoltaico Centralizado Comunidad Puerto Pardo

Variante: Nueva variante de simulación

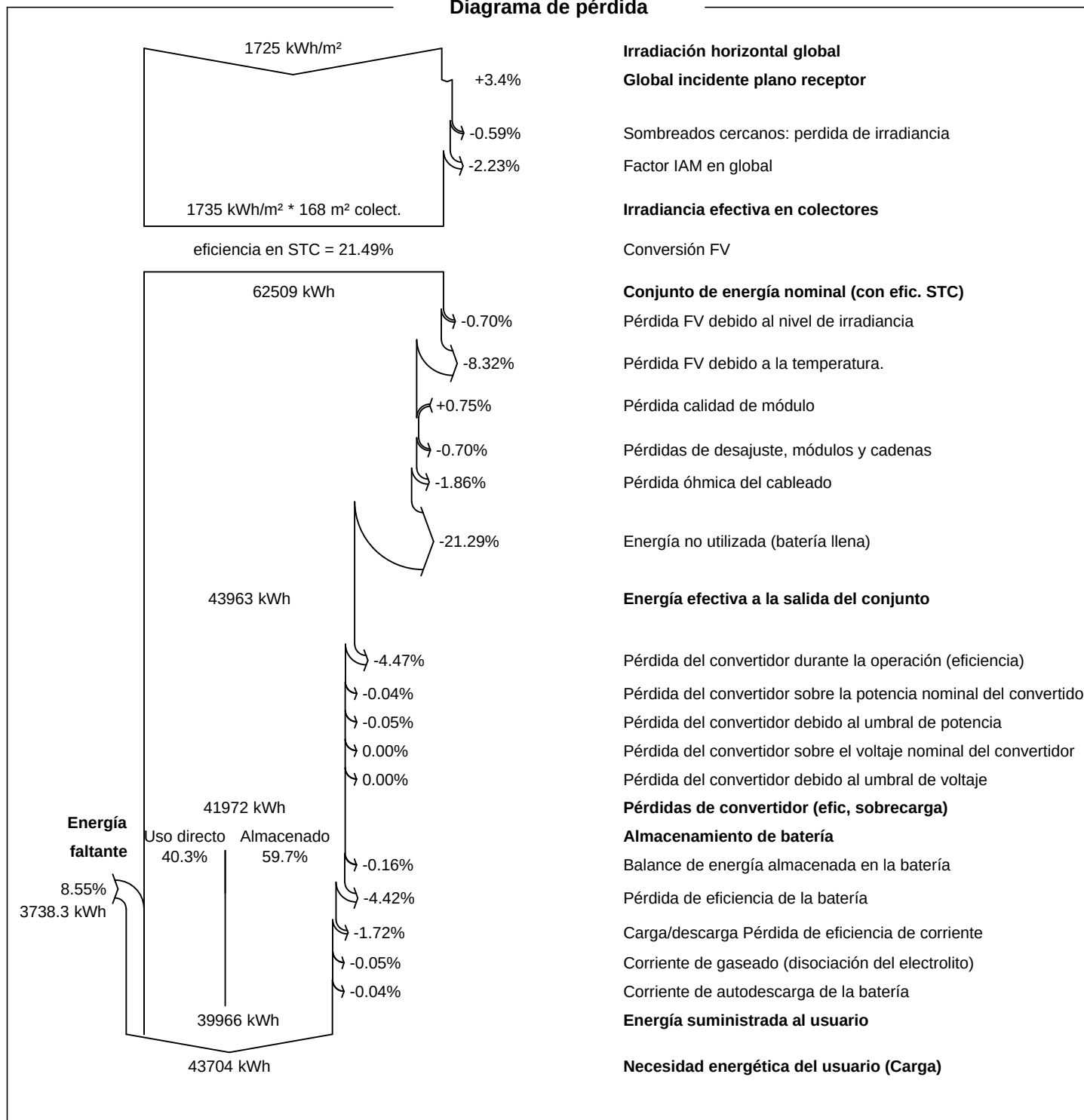
PVsyst V7.3.1

VC0, Fecha de simulación:

26/05/25 11:54

con v7.3.1

Diagrama de pérdida





Proyecto: Sistema Fotovoltaico Centralizado Comunidad Nativa Sonene

PVsyst V7.3.1

VC0, Fecha de simulación:
26/05/25 11:20
con v7.3.1

Variante: Nueva variante de simulación

Resumen del proyecto

Sitio geográfico

Palma Real

Peru

Situación

Latitud -12.51 °S
Longitud -68.78 °W
Altitud 193 m
Zona horaria UTC-5

Configuración del proyecto

Albedo 0.20

Datos meteo

Palma Real

NASA-SSE satellite data 1983-2005 - Sintético

Resumen del sistema

Sistema independiente

Orientación campo FV

Plano fijo

Inclinación/Azimut 20 / 0 °

Sistema independiente con baterías

Sombreados cercanos

Sombreados lineales

Necesidades del usuario

Perfil diario

Constante durante el año

Promedio 102 kWh/Día

Información del sistema

Generador FV

Núm. de módulos

Pnom total

54 unidades

32.4 kWp

Paquete de baterías

Tecnología

Núm. de unidades

Voltaje

Capacidad

Plomo-ácido, sellado, AGM

40 unidades

48 V

2390 Ah

Resumen de resultados

Energía disponible	48529 kWh/año	Producción específica	1498 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	59.83 %
Energía usada	34592 kWh/año			Fracción solar (SF)	92.56 %

Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	5
Necesidades detalladas del usuario	6
Resultados principales	7
Diagrama de pérdida	8
Gráficos predefinidos	9



Proyecto: Sistema Fotovoltaico Centralizado Comunidad Nativa Sonene

Variante: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.3.1

VCO, Fecha de simulación:
26/05/25 11:20
con v7.3.1

Parámetros generales

Sistema independiente

Orientación campo FV

Orientación

Plano fijo
Inclinación/Azimut 20 / 0 °

Sombreados cercanos

Sombreados lineales

Sistema independiente con baterías

Configuración de cobertizos

Núm. de cobertizos 5 unidades

Tamaños

Espaciado entre cobertizos 8.00 m
Ancho de colector 4.95 m
Proporc. cob. suelo (GCR) 61.9 %

Ángulo límite de sombreado

Ángulo límite de perfil 26.8 °

Necesidades del usuario

Perfil diario
Constante durante el año
Promedio 102 kWh/Día

Modelos usados

Transposición Perez
Difuso Perez, Meteonorm
Circunsolar separado

Carga por hora	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	0.48	3.71	0.46	3.71	0.46	3.71	2.93	9.27	4.75	8.00	3.65	6.90	kW
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
	4.58	6.90	3.65	6.10	2.85	8.04	6.03	7.92	0.46	3.71	0.46	3.71	kW

Características del generador FV

Módulo FV

Fabricante Jinkosolar
Modelo JKM-600N-78HL4-BDV

(Base de datos PVsyst original)

Unidad Nom. Potencia 600 Wp
Número de módulos FV 54 unidades
Nominal (STC) 32.4 kWp
Módulos 27 Cadenas x 2 En series

En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 29.99 kWp
U mpp 84 V
I mpp 357 A

Controlador

Controlador universal
Tecnología Convertidor MPPT
Coef. temp. -5.0 mV/°C/Elem.

Convertidor

Eficiencias máxi y EURO 97.0 / 95.0 %

Potencia FV total

Nominal (STC) 32 kWp
Total 54 módulos
Área del módulo 151 m²

Batería

Fabricante Concorde
Modelo PVX-2580L

Tecnología Plomo-ácido, sellado, AGM
Núm. de unidades 10 en paralelo x 4 en series
Descarga mín. SOC 20.0 %
Energía almacenada 91.8 kWh

Características del paquete de baterías

Voltaje 48 V
Capacidad nominal 2390 Ah (C10)
Temperatura Fijo 20 °C

Control de gestión de la batería

Comandos de umbral como Cálculo SOC
Cargando SOC = 0.90 / 0.75
aprox. 55.4 / 50.1 V
Descarga SOC = 0.20 / 0.45
aprox. 46.7 / 48.9 V



Proyecto: Sistema Fotovoltaico Centralizado Comunidad Nativa Sonene

Variante: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.3.1

VCO, Fecha de simulación:
26/05/25 11:20
con v7.3.1

Pérdidas del conjunto

Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia
Uc (const) 20.0 W/m²K
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

Pérdida de calidad módulo

Frac. de pérdida -0.8 %

Factor de pérdida IAM

Efecto de incidencia (IAM): Fresnel, revestimiento AR, n(vidrio)=1.526, n(AR)=1.290

Pérdidas de cableado CC

Res. conjunto global 3.8 mΩ
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

Pérdidas de desajuste de módulo

Frac. de pérdida 0.6 % en MPP

Pérdida diodos serie

Caída de tensión 0.7 V
Frac. de pérdida 0.8 % en STC

Pérdidas de desajuste de cadenas

Frac. de pérdida 0.1 %

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



Proyecto: Sistema Fotovoltaico Centralizado Comunidad Nativa Sonene

Variante: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.3.1

VC0, Fecha de simulación:
26/05/25 11:20
con v7.3.1

Parámetro de sombreados cercanos

Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante

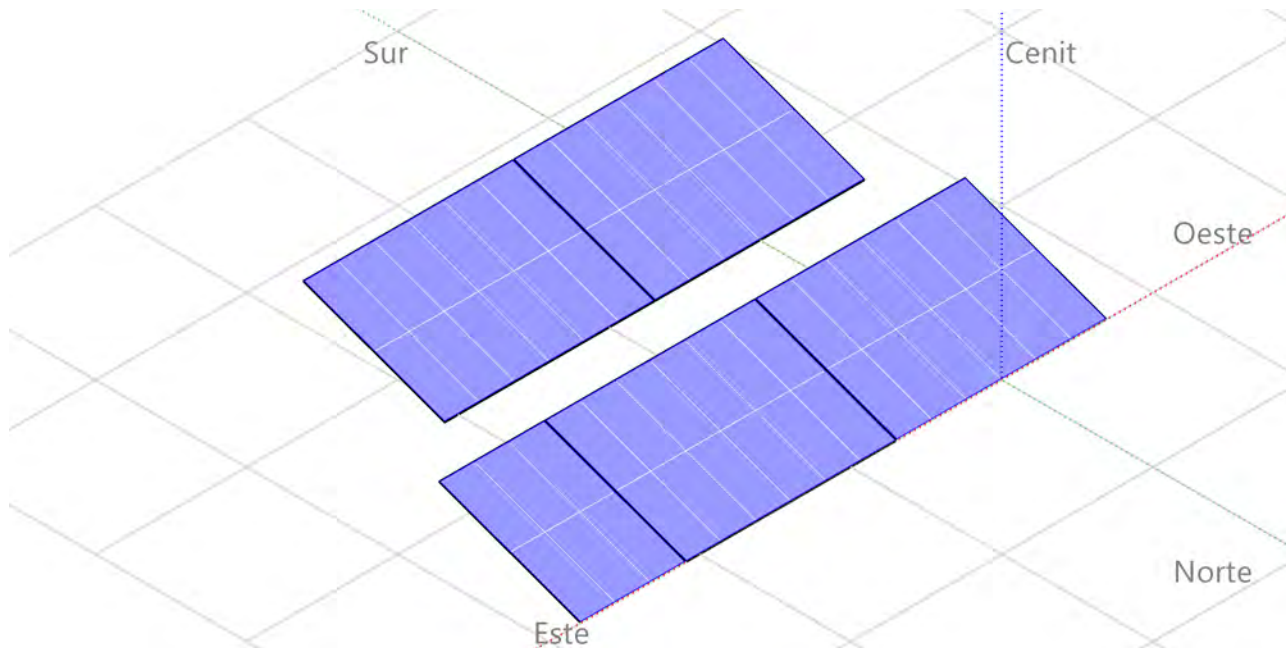
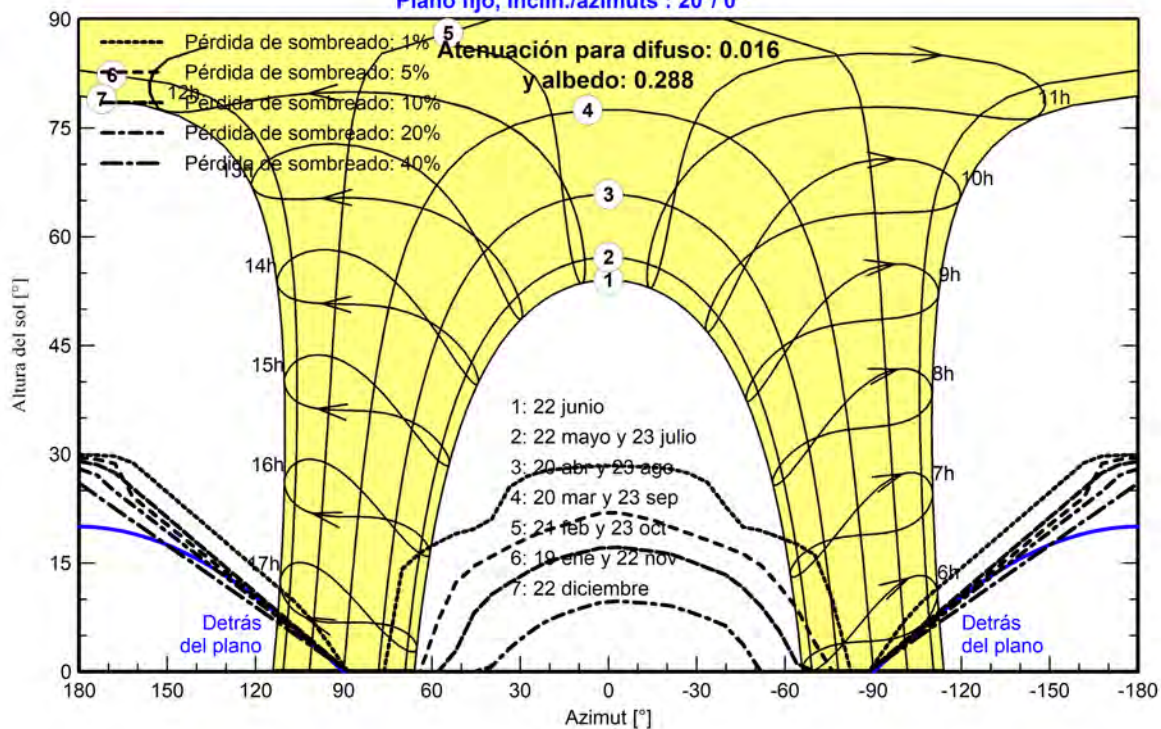


Diagrama de iso-sombreados

Orientación #1

Plano fijo, Inclín./azimuts : 20°/ 0°





Proyecto: Sistema Fotovoltaico Centralizado Comunidad Nativa Sonene

PVsyst V7.3.1

VCO, Fecha de simulación:
26/05/25 11:20
con v7.3.1

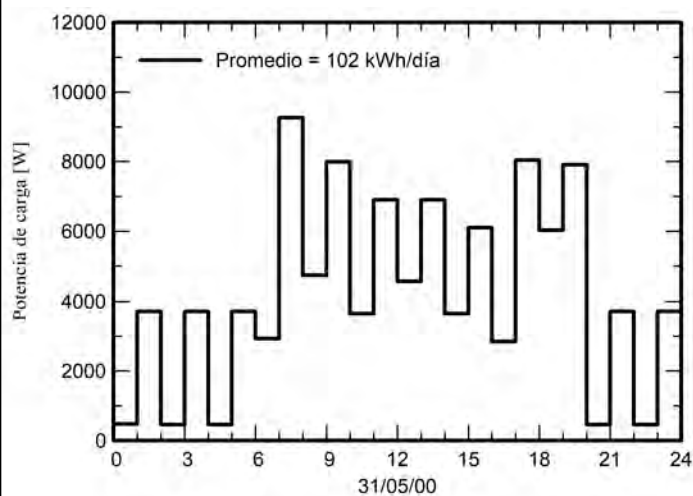
Variante: Nueva variante de simulación

Necesidades detalladas del usuario

Perfil diario, Constante durante el año, promedio = 102 kWh/día

Carga por hora	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	0.48	3.71	0.46	3.71	0.46	3.71	2.93	9.27	4.75	8.00	3.65	6.90	kW
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
	4.58	6.90	3.65	6.10	2.85	8.04	6.03	7.92	0.46	3.71	0.46	3.71	kW

Perfil diario





Proyecto: Sistema Fotovoltaico Centralizado Comunidad Nativa Sonene

PVsyst V7.3.1

VCO, Fecha de simulación:
26/05/25 11:20
con v7.3.1

Variante: Nueva variante de simulación

Resultados principales

Producción del sistema

Energía disponible	48529 kWh/año
Energía usada	34592 kWh/año
Exceso (sin usar)	12271 kWh/año

Pérdida de carga

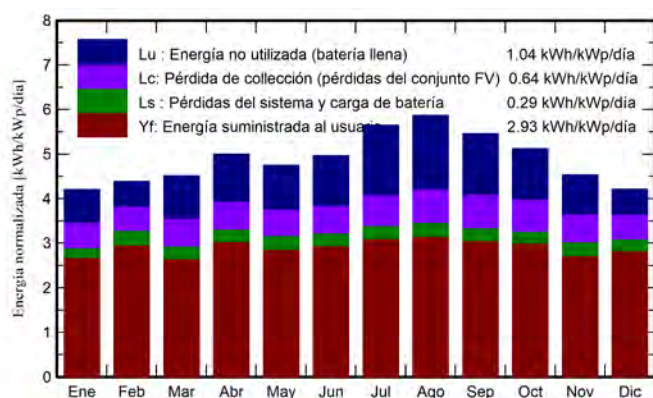
Fracción de tiempo	8.0 %
Energía faltante	2779 kWh/año

Proporción de rendimiento (PR)	59.83 %
Fracción solar (SF)	92.56 %

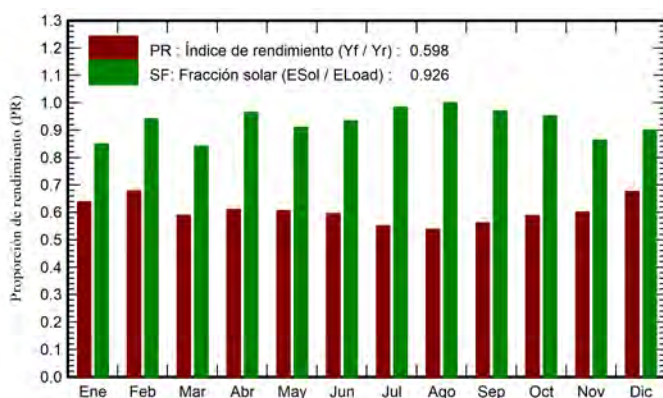
Envejecimiento de la batería (Estado de desgaste)

Ciclos SOW	80.4 %
SOW estático	80.0 %
Duración de vida de batería	5.0 años

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	GlobEff kWh/m²	E_Avail kWh	EUnused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac proporción
Enero	145.1	125.3	3509	740	476.8	2697	3174	0.850
Febrero	129.9	118.7	3345	493	171.5	2695	2867	0.940
Marzo	139.8	135.7	3760	948	502.9	2671	3174	0.842
Abril	137.7	146.1	4123	1025	107.1	2965	3072	0.965
Mayo	126.2	143.4	4031	980	284.8	2889	3174	0.910
Junio	123.0	145.1	4088	1078	203.9	2868	3072	0.934
Julio	145.4	171.3	4827	1548	50.3	3124	3174	0.984
Agosto	160.0	178.0	4987	1635	0.0	3174	3174	1.000
Septiembre	157.5	159.7	4437	1311	91.9	2980	3072	0.970
Octubre	163.7	154.2	4272	1133	150.6	3023	3174	0.953
Noviembre	149.7	131.4	3644	840	419.4	2652	3072	0.863
Diciembre	147.2	125.2	3505	541	319.6	2854	3174	0.899
Año	1725.2	1734.0	48529	12271	2778.9	34592	37371	0.926

Leyendas

GlobHor	Irradiación horizontal global	E_User	Energía suministrada al usuario
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	E_Load	Necesidad energética del usuario (Carga)
E_Avail	Energía solar disponible	SolFrac	Fracción solar (EUtilizada / ECarga)
EUnused	Energía no utilizada (batería llena)		
E_Miss	Energía faltante		



Proyecto: Sistema Fotovoltaico Centralizado Comunidad Nativa Sonene

Variante: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.3.1

VC0, Fecha de simulación:
26/05/25 11:20
con v7.3.1

Diagrama de pérdida

