

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN ENERGÍA



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“Estudio de la capacidad de un sistema energético fotovoltaico para
proveer energía al AA. HH Bello Amanecer, Nuevo Chimbote”**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN ENERGÍA**

AUTORES :

- Bach. García Cano, Karla Fiorela
- Bach. Haro Valerio, Belmer Macob

ASESOR :

Dr. Mariños Castillo, Gualberto Antenor

DNI: 17890841

CÓD ORCID: 0000-0001-7514-9908

NUEVO CHIMBOTE-PERU

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN ENERGÍA



CONFORMIDAD DEL ASESOR

La presente Tesis para Título ha sido revisada y desarrollada en cumplimiento del objetivo propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando en cuadrado dentro de las áreas y líneas de investigación conforme al reglamento general para obtener el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa (R.D: N°492-2017-CU-R-UNS) de acuerdo con la denominación siguiente:

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN ENERGÍA

“Estudio de la capacidad de un sistema energético fotovoltaico para proveer energía al AA. HH Bello Amanecer, Nuevo Chimbote”

AUTORES: Bach. García Cano, Karla Fiorela
Bach. Haro Valerio, Belmer Macob

Dr. Mariños Castillo, Gualberto Antenor

Asesor

DNI: 17890841

CÓD ORCID: 0000-0001-7514-9908

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN ENERGÍA



CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR

El presente jurado evaluador da la conformidad del presente informe, desarrollado en cumplimiento del objetivo propuesto y presentado conforme al Reglamento General para obtener el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, titulado.

“Estudio de la capacidad de un sistema energético fotovoltaico para proveer energía al AA. HH Bello Amanecer, Nuevo Chimbote”

AUTORES: Bach. García Cano, Karla Fiorela
Bach. Haro Valerio, Belmer Macob

Revisado y evaluado por el siguiente jurado evaluador:

Dr. Herradda Villanueva, Joel

PRESIDENTE

DNI:17870920

CÓD. ORCID: 0000-0002-8791-8994

Dr. Arangurí Cayetano, Denis Javier

SECRETARIO

DNI: 42009679

CÓD. ORCID:0000-0002-6119-2072

Dr. Mariños Castillo, Gualberto Antenor

ASESOR

DNI: 17890841

CÓD. ORCID: 0000-0001-7514-9908

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 11:00 a.m. del día jueves 23 de octubre del año dos mil veinticinco, en el Aula E-3 de la Escuela Profesional de Ingeniería en Energía, y en cumplimiento de lo establecido en el Artículo 68º del Reglamento General de Grados y Títulos, aprobado mediante Resolución N.º 337-2024-CU-R-UNS de fecha 12 de abril de 2024, se dio inicio a la sesión de sustentación, instalándose el Jurado Evaluador designado mediante **Resolución N.º 540-2025-UNS-CFI** de fecha 26 de setiembre de 2025, conformado por los siguientes docentes:

➤ Dr. Joel Herradada Villanueva	:	Presidente
➤ Dr. Denis Javier Aranguri Cayetano	:	Secretario
➤ Dr. Gualberto Antenor Mariños Castillo	:	Integrante
➤ M.Sc. César Luis López Aguilar	:	Accesitario

Y según la **Resolución Decanal N.º 740-2025-UNS-FI** de fecha 16.10.2025, se **DECLARA EXPEDITO** a los bachilleres para dar inicio a la sustentación y evaluación de Tesis, titulada: **"ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE UN SISTEMA ENERGÉTICO FOTOVOLTAICO PARA PROVEER ENERGÍA AL A.A.HH. BELLO AMANECER, NUEVO CHIMBOTE"**, presentada por los bachilleres: **GARCÍA CANO KARLA FIORELA**, con código de matrícula N.º 02001811052 y **HARO VALERIO BELMER MACOB**, con código de matrícula N.º 0201811038, bajo la asesoría del Dr. Gualberto Antenor Mariños Castillo, designado mediante Resolución Decanal N.º 525-2024-UNS-FI de fecha 15 de agosto de 2024.

Concluida la exposición, el bachiller absolvió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y por el público asistente.

Acto seguido, el Jurado Evaluador deliberó sobre los aspectos relacionados con el contenido, desarrollo y exposición del trabajo, formulando las observaciones y recomendaciones pertinentes. En concordancia con lo establecido en el Artículo 73º del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa, el Jurado acuerda declarar:

BACHILLER	PROMEDIO	PONDERACIÓN
GARCÍA CANO KARLA FIORELA	16	Regular

Siendo las 12:00 p.m. del mismo día, se dio por concluida la sesión, firmando los miembros del Jurado en señal de conformidad.



Dr. Joel Herradada Villanueva
PRESIDENTE



Dr. Denis Javier Aranguri Cayetano
SECRETARIO



Dr. Gualberto Antenor Mariños Castillo
INTEGRANTE

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 11:00 a.m. del día jueves 23 de octubre del año dos mil veinticinco, en el Aula E-3 de la Escuela Profesional de Ingeniería en Energía, y en cumplimiento de lo establecido en el Artículo 68° del Reglamento General de Grados y Títulos, aprobado mediante Resolución N.º 337-2024-CU-R-UNS de fecha 12 de abril de 2024, se dio inicio a la sesión de sustentación, instalándose el Jurado Evaluador designado mediante Resolución N.º 540-2025-UNS-CFI de fecha 26 de setiembre de 2025, conformado por los siguientes docentes:

➤ Dr. Joel Herradada Villanueva	:	Presidente
➤ Dr. Denis Javier Aranguri Cayetano	:	Secretario
➤ Dr. Gualberto Antenor Mariños Castillo	:	Integrante
➤ M.Sc. César Luis López Aguilar	:	Accesitario

Y según la Resolución Decanal N.º 740-2025-UNS-FI de fecha 16.10.2025, se DECLARA EXPEDITO a los bachilleres para dar inicio a la sustentación y evaluación de Tesis, titulada: "ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE UN SISTEMA ENERGÉTICO FOTOVOLTAICO PARA PROVEER ENERGÍA AL AA.HH. BELLO AMANECER, NUEVO CHIMBOTE", presentada por los bachilleres: GARCÍA CANO KARLA FIORELA, con código de matrícula N.º 02001811052 y HARO VALERIO BELMER MACOB, con código de matrícula N.º 0201811038, bajo la asesoría del Dr. Gualberto Antenor Mariños Castillo, designado mediante Resolución Decanal N.º 525-2024-UNS-FI de fecha 15 de agosto de 2024.

Concluida la exposición, el bachiller absolvió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y por el público asistente.

Acto seguido, el Jurado Evaluador deliberó sobre los aspectos relacionados con el contenido, desarrollo y exposición del trabajo, formulando las observaciones y recomendaciones pertinentes. En concordancia con lo establecido en el Artículo 73° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa, el Jurado acuerda declarar:

BACHILLER	PROMEDIO	PONDERACIÓN
HARO VALERIO BELMER MACOB	16	Regular

Siendo las 12:00 p.m. del mismo día, se dio por concluida la sesión, firmando los miembros del Jurado en señal de conformidad.



Dr. Joel Herradada Villanueva
PRESIDENTE



Dr. Denis Javier Aranguri Cayetano
SECRETARIO



Dr. Gualberto Antenor Mariños Castillo
INTEGRANTE



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Karla uns
Título del ejercicio:	supertesis
Título de la entrega:	INFORME DE TESIS FINAL-HARO VALERIO,GARCIA CANO.pdf
Nombre del archivo:	INFORME_DE_TESIS_FINAL-HARO_VALERIO_GARCIA_CANO.pdf
Tamaño del archivo:	1.06M
Total páginas:	87
Total de palabras:	16,041
Total de caracteres:	80,406
Fecha de entrega:	28-oct-2025 02:04p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega:	2744319387



INFORME DE TESIS FINAL-HARO VALERIO,GARCIA CANO.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%	12%	1%	6%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uns.edu.pe	5%
	Fuente de Internet	
2	hdl.handle.net	2%
	Fuente de Internet	
3	repositorio.unac.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
4	repositorio.unprg.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
5	repositorio.ucv.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
6	autosolar.pe	<1%
	Fuente de Internet	
7	pirhua.udep.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
8	dspace.ups.edu.ec	<1%
	Fuente de Internet	
9	Submitted to consultoriadeserviciosformativos	<1%
	Trabajo del estudiante	
10	Submitted to Universidad TecMilenio	<1%
	Trabajo del estudiante	
11	www.puntoporpunto.com	<1%
	Fuente de Internet	
12	Submitted to Institución Tecnológica Metropolitana de Medellín	<1%
	Trabajo del estudiante	

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios por guiarme, brindarme fortaleza y salud, también por ser mi aliento y soporte para culminar esta etapa tan importante de mi vida.

Asimismo, la dedico a toda mi familia por ser mayor mi motivación para lograr todo lo que me proponga, por siempre confiar en mí y nunca dejarme sola, por sus consejos y apoyo incondicional.

También a los docentes que me acompañaron desde el principio hasta el final de mi formación académica, por sus enseñanzas y sus conocimientos brindados. A mi compañero, amigo y colega Haro Valero Belmer por su dedicación y empeño para lograr culminar nuestra tesis.

García Cano Karla Fiorela

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme la sabiduría, fortaleza y salud necesarias para culminar esta etapa tan importante de mi vida, Gracias por iluminar mi mente en los momentos de duda, por darme serenidad en los momentos de dificultad y por concederme la perseverancia necesaria para culminar este logro

Dedico este trabajo con todo mi amor a mis padres, por ser mi mayor inspiración, por sus sacrificios, consejos y apoyo incondicional. A mi familia, por creer en mí, por apoyarme a lo largo de toda mi carrera universitaria y por enseñarme que todo esfuerzo tiene su recompensa.

Dedico este trabajo a mis docentes, por sus enseñanzas y guía en el desarrollo de mis conocimientos. Gracias a todos por ser parte fundamental en la culminación de esta meta profesional, a mi amiga y colega, García Cano Karla, por su esfuerzo y paciencia durante el desarrollo de la tesis.

Haro Valerio Belmer Macob

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por siempre estar conmigo, por darme salud, fortaleza y bienestar a mi familia, por guiarme en cada paso de mi vida.

A mi abuelo Diego Cano Macedo por su apoyo incondicional y siempre confiar en mí, a mi madre y a mi familia por ser mi soporte en todo momento, por su amor y apoyo incondicional, por los principios y valores que me inculcaron.

Agradezco también a mi alma mater la Escuela profesional de Ingeniería en Energía, a cada uno de mis profesores por brindarme los conocimientos y enseñanzas a lo largo de mi formación académica y profesional, por supuesto también a mi amigo y colega Belmer Haro Valerio, por su apoyo y dedicación en elaboración de nuestra tesis; Al Dr. Mariños Castillo Gualberto Antenor, tutor de nuestro proyecto, por sus recomendaciones, apoyo y orientación.

Karla Fiorela García Cano

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por bendecirme a diario, por darme salud, fortaleza y bienestar a mi familia, por guiarme en cada paso de mi vida para poder culminar esta etapa importante de mi vida.

A mis padres: Mauro, Juana y toda mi familia por su amor y apoyo incondicional, por ser mi inspiración en cada paso de mi formación profesional, por confiar y creer en mí, por los principios y valores que me inculcaron.

Agradezco también a mi universidad y a cada uno de mis profesores, por brindarme los conocimiento y herramientas necesarias para mi desarrollo profesional, a mi amiga y colega Karla García Cano, por su apoyo, desempeño e interés para poder culminar la elaboración de la tesis; Al Dr. Mariños Castillo Gualberto Antenor, tutor de nuestro proyecto, por su guía, paciencia y valiosas recomendaciones.

Belmer Macob Haro Valerio

INDICE GENERAL

INDICE

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCION	1
1.1.	ENUNCIADO DEL PROBLEMA	1
1.2.	OBJETIVOS.....	1
1.2.1.	OBJETIVO GENERAL.....	1
1.2.2.	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	1
1.3.	FORMULACION DE HIPOTESIS.....	2
A.	VARIABLES E INDICADORES.....	2
1.4.	JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION	3
II.	MARCO TEORICO.....	4
2.1.	ANTECEDENTES	4
2.2.	MARCO CONCEPTUAL	8
2.2.1.1.	RADIACION SOLAR	8
2.2.2.	ENERGIA SOLAR EN EL PERU	10
2.2.3.	BATERIAS.....	11
2.2.4.	Regulador o Controlador de Carga para Paneles Solares	15
2.2.5.	Inversor Solar.....	15

2.2.6.	CAPACIDAD DE UN SISTEMA ELECTRICO	16
2.2.7.	SISTEMA ENERGETICO.....	17
2.2.8.	SISTEMA ELECTRICO.....	17
	PANELES FOTOVOLTAICOS	18
2.2.9.	EFICIENCIA ENERGETICA.....	20
2.2.10.	CONSUMO ELÉCTRICO.....	21
2.2.11.	DEMANDA ENERGÉTICA	21
2.2.12.	SOFTWARE PVSYST	21
2.2.13.	BATERÍA 48V 1750AH OPZV BAE	22
2.2.14.	INVERSOR/CARGADOR MUST PH30-10048-T.....	23
III.	METODOLOGIA	25
3.1.	MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
3.2.	DISEÑO.....	25
3.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	25
3.4.	TÉCNICAS, INSTRUMENTOS E INFORMANTES O FUENTES PARA OBTENER LOS DATOS.	26
3.5.	PROCEDIMIENTO O FORMA DE TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.	26
3.6.	TÉCNICAS DE PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	27
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION	28
4.1.	CALCULO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA.....	28

4.2.	DATOS DE IRRADIACIÓN SOLAR PARA AA. HH. BELLO AMANECER NUEVO CHIMBOTE.....	32
4.3.	EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA.....	34
4.3.1.	PANELES FOTOVOLTAICOS	34
4.3.2.	BATERÍAS	43
4.3.3.	INVERSOR/CARGADOR/REGULADOR DE CARGA	45
4.4.	SIMULACIÓN EN EL SOFTWARE PVSYST.....	45
4.4.1.	Definición de la demanda y escenario de operación.....	45
4.4.2.	Sitio, recurso y orientación del generador FV	46
4.4.3.	Selección del generador FV y configuración del arreglo	46
4.4.4.	Consideraciones de diseño adoptadas en el arreglo	46
4.4.5.	Banco de baterías: tensión, capacidad y umbrales de operación.....	47
4.4.6.	Resultados de verificación del dimensionamiento (energía y pérdidas)	47
4.5.	COSTOS DEL PROYECTO:	50
4.6.	FACTIBILIDAD ECONÓMICA:.....	52
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
5.1.	CONCLUSIONES	56
5.2.	RECOMENDACIONES	58
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	61
VII.	ANEXOS	66

INDICE DE TABLA

Tabla 1. Tasa de crecimiento promedio anual de la población censada, según Departamento	28
Tabla 2. Tasa de crecimiento de la población en Ancash	28
Tabla 3. Proyección de la población y viviendas a 15 años	30
Tabla 4. Demanda de energía-Unidad por vivienda	31
Tabla 5. Demanda de energía-Espacios comunitarios	31
Tabla 6. Demanda de energía- Alumbrado publico	32
Tabla 7. Demanda de energía total	32
Tabla 8. Ubicación geográfica del AA.HH. Bello Amanecer - Nuevo Chimbote	33
Tabla 9. Datos de irradiación solar y temperatura de la NASA del AA. HH Bello Amanecer- Nuevo Chimbote	34
Tabla10. Características estándar del rendimiento de equipos del sistema fotovoltaico	37
Tabla 11. Comparación de paneles solares según potencia en Wp	38
Tabla 12. Datos técnicos del panel solar bifacial	39
Tabla 13. Resumen de resultados de influencia de temperatura	43
Tabla 14. Resumen de los datos del Cálculo de los modulos fotovoltaicos del sistema solar.	44
Tabla 15. Balances y principales resultados	52
Tabla 16. Costos de componentes para el sistema fotovoltaicos	52
Tabla 17. Costos operativos del sistema fotovoltaico	53
Tabla 18. Calculo de LCOE	54
Tabla 19. Análisis económico de alternativa planteada	55

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Radiación solar entrante	8
Figura 2. Radiación solar directa	9
Figura 3. Funcionamiento de una batería de plomo-ácido	12
Figura 4. Esquema de una batería de iones de litio	13
Figura 5. Esquema de instalación con regulador PWM	14
Figura 6. Diagrama de bloques del inversor solar	16
Figura 7. Panel solar monocristalino	18
Figura 8. Paneles solares policristalino	20
Figura 9. Paneles solares bifacial	21
Figura 10. Batería 48V 1750Ah OPzV BAE	24
Figura 11. Inversor Must PH3000	25
Figura 12. Ingreso de datos a la página de la NASA	32
Figura 13. Radiación solar en el AA. HH Bello Amanecer - Nuevo Chimbote	33
Figura 14. Panel solar bifacial 610 W 24V	38
Figura 15. Batería 48V 1750Ah OPzV BAE	46
Figura 16. Diagrama de flujo	56

RESUMEN

La presente investigación determina la capacidad de un sistema fotovoltaico para proveer energía eléctrica al AA. HH Bello Amanecer en Nuevo Chimbote. El estudio utilizó una metodología no experimental descriptiva con enfoque cuantitativo, considerando una población de 25 viviendas y 1 espacio comunitario proyectada a 15 años mediante la tasa de crecimiento poblacional de Ancash del 1.18%. La demanda energética total calculada fue de 15,469 W con un consumo diario de 27,857.5 Wh,. Los datos de irradiación solar de la NASA registraron una radiación promedio de 5.28 kWh/m²/día, con valores entre 3.78 y 6.29 kWh/m²/día, y temperatura promedio de 20.18°C. El dimensionamiento del sistema determinó una potencia pico de 8,353.79 Wp. Se seleccionaron 16 paneles bifaciales ASTRONERGY de 610 Wp configurados en 2 cadenas en serie de 8 módulos en paralelo, alcanzando 9.76 kWp. El almacenamiento comprende 24 baterías OPzV BAE de 2V/1750Ah en serie (48V nominales, 79.5 kWh totales) y un inversor MUST PH30-10048-T de 10 kW. La simulación en PVsyst validó el diseño con fracción solar del 100% y cero pérdidas de carga anual. La energía disponible anual fue 17,592 kWh, suministrando 10,170 kWh al usuario y cubriendo completamente la demanda, con un excedente de 6,973 kWh anuales. Además, el análisis económico determinó un CAPEX de US\$ 37,757.46, OPEX anual de US\$ 415.33 y LCOE de 0.45 US\$/kWh. La evaluación de rentabilidad mostró un VAN negativo de -S/ 122,656.56 comparado con la tarifa convencional, indicando que, aunque el sistema es técnicamente viable y garantiza autonomía energética total, la conexión a red convencional resulta económicamente más favorable en el horizonte de 20 años.

PALABRAS CLAVE: sistema fotovoltaico, energía solar, demanda eléctrica, sostenibilidad

ABSTRACT

This research determines the capacity of a photovoltaic system to provide electrical energy to the AA.HH Bello Amanecer in Nuevo Chimbote. The study used a descriptive non-experimental methodology with a quantitative approach, considering a population of 25 homes and 1 community space projected over 15 years using Ancash's population growth rate of 1.18%. The total calculated energy demand was 15,469 W with a daily consumption of 27,857.5 Wh. NASA solar irradiation data recorded an average radiation of 5.28 kWh/m²/day, with values between 3.78 and 6.29 kWh/m²/day, and an average temperature of 20.18°C. The system sizing determined a peak power of 8,353.79 Wp. Sixteen ASTRONERGY bifacial panels of 610 Wp were selected, configured in 2 series strings of 8 modules in parallel, reaching 9.76 kWp. The storage comprises 24 BAE OPzV batteries of 2V/1750Ah in series (48V nominal, 79.5 kWh total) and a MUST PH30-10048-T 10 kW inverter. The PVsyst simulation validated the design with 100% solar fraction and zero annual load losses. The annual available energy was 17,592 kWh, supplying 10,170 kWh to the user and completely covering the demand, with a surplus of 6,973 kWh annually. Furthermore, the economic analysis determined a CAPEX of US\$ 37,757.46, annual OPEX of US\$ 415.33, and LCOE of 0.45 US\$/kWh. The profitability evaluation showed a negative NPV of -S/ 122,656.56 compared to the conventional tariff, indicating that although the system is technically viable and guarantees total energy autonomy, conventional grid connection is economically more favorable over the 20-year horizon.

Keywords: photovoltaic system, solar energy, electricity demand, sustainability.

I. INTRODUCCION

1.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA

Se desea lograr que los ciudadanos del Asentamiento Humano puedan satisfacer sus necesidades de demanda eléctrica, contribuyendo de manera sostenible con el medio ambiente, por ese motivo se propone simular el sistema energético fotovoltaico, mediante el uso del software Pvsyst, para proveer la cantidad de energía eléctrica necesaria que se requiere en el lugar, establecer la rentabilidad y eficiencia.

Teniendo en cuenta la situación mencionada se plantea el siguiente problema:

¿Cuál será la capacidad necesaria de un sistema energético fotovoltaico para proveer energía eléctrica al asentamiento humano Bello Amanecer, Nuevo Chimbote?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la capacidad de un sistema energético fotovoltaico para proveer energía eléctrica al AA. HH Bello Amanecer, Nuevo Chimbote.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar la Demanda Energética eléctrica del AA. HH Bello Amanecer-Nuevo Chimbote.
- Dimensionar el sistema energético fotovoltaico para proveer energía eléctrica de manera eficiente al AA. HH Bello Amanecer-Nuevo Chimbote.
- Evaluar el sistema energético fotovoltaico para proveer energía eléctrica al AA. HH Bello Amanecer-Nuevo Chimbote
- Evaluar económicamente la rentabilidad del sistema energético fotovoltaico

1.3. FORMULACION DE HIPOTESIS

El sistema energético fotovoltaico brindará la capacidad necesaria para proveer energía eléctrica suficiente al Asentamiento Humano Bello Amanecer-Nuevo Chimbote.

A. VARIABLES E INDICADORES

VARIABLE INDEPENDIENTE: Demanda de energía eléctrica

INDICADORES:

- Demanda Máxima
- Eficiencia Energética
- Consumo Residencial
- Precio/costo energía

VARIABLE DEPENDIENTE: Energía Eléctrica

INDICADORES:

- Confiabilidad del Suministro
- Cantidad de beneficiados
- Energía promedio diaria consumida (kWh)
- Precio de la energía eléctrica

1.4. JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION

La electricidad es fundamental en el desarrollo de la sociedad, sin embargo, en el Perú existen muchos caseríos, pueblos jóvenes y asentamientos humanos, las cuales no cuentan con un sistema eléctrico en sus hogares debido a diferentes factores como; la ubicación, clima, inversión y el incremento de población.

El sistema energético es una buena alternativa para proveer energía eléctrica; depende del tipo de sistema, la ubicación, los recursos disponibles y la necesidad energética. Se pueden utilizar fuentes de energías renovables, las cuales ayudan a reducir y extinguir la dependencia de los combustibles fósiles y de igual manera el gran impacto ambiental; también aumentan la seguridad energética de un país o región al reducir la dependencia de importación de energía.

II. MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES

Dulces O. y Gomes P. (2022), en su investigación titulada: “Diseño de un sistema energético alternativo para la hacienda la Siberia, mediante el aprovechamiento fotovoltaico”, tuvo como objetivo: Diseñar diversas alternativas de un sistema energético para la hacienda La Siberia, por medio del análisis de viabilidad técnica y financiera, que permita el suministro continuo de energía, e incremento en la productividad de las actividades agrícolas. Para esto se identificó el potencial y focos de consumo, la data base de radiación solar lo obtuvieron de IDEAM y la NASA. La demanda de la hacienda es 416,03 kWh/mes y usó 2 Panel Policristalino 100W 12V, un Inversor Onda Pura 12V 600W, dos Batería 6V 5A y un regulador MPPT 12/24VDC 40A con estos equipos la energía que genero el sistema día a día fue de 14,07 kWh, cerca de 4kWh más de la demandada, también realizo un análisis de viabilidad y concluyó que es factible realizar el diseño del sistema energético obteniendo un retorno en un tiempo de 3 años y optimizar los gastos de energía de la hacienda.

Según Fernández H. (2022), en su tesis titulada: “Diseño e implementación de sistemas con energías renovables para el suministro eléctrico en la localidad 28 de Julio ubicado en el distrito de Emilio San Martin, Requena-Loreto”, tuvo como objetivo: El diseño e implementación de sistemas de energías renovables domiciliarios para suministrar electricidad en la localidad 28 de julio ubicado en el distrito de Emilio San Martin, Requena-Loreto. Para esto comparó los datos que obtuvo de radiación solar y velocidad del viento para determinar el sistema energético a utilizar. Para el sistema fotovoltaico los datos de radiación los obtuvo de LA NASA. Concluyó que el recurso energético mejor aprovechado es el fotovoltaico con un presupuesto de: S/. 335,105.95.

Así mismo, Martinez M, Mora A. (2022), en su tesis titulada: “Diseño e implementación de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica en vivienda en zona rural donde no llega el tendido eléctrico situado en el golfo de Guayaquil - munidad masa 2)”, se planteó como objetivo, emplear un sistema de energía fotovoltaico mediante el uso de simuladores para mejorar la calidad de vida en una vivienda ubicada en la Comuna Masa 2” en el golfo de Guayaquil, el lugar cuenta con 17 familias y un total de 120 habitantes, el consumo diario de la familia fue de 1006 W/h para lo cual uso, 6 paneles, 2 baterías, un inversor y un controlador de carga. Usaron el programa PVSYT para analizar el sistema fotovoltaico y obtuvieron que la energía utilizable es de 503.3 kWh por año y la energía aprovechada fue de 364.5 kWh por año. Concluyó que era viable la implementación del sistema fotovoltaico, para el diseño calcularon la carga necesaria a partir del plano eléctrico de la casa y mediante el programa PVSYT confirmaron que la aplicación de un sistema fotovoltaico fue un éxito.

De igual manera, Lamjachi J. (2021), en su investigación titulada: “Diseño de un sistema eléctrico híbrido para una vivienda residencial”, tuvo como objetivo: Diseñar un sistema eléctrico híbrido para una vivienda residencial. Por el cual para el diseño del proyecto se tomó como fuentes la red, un sistema renovable y una vivienda de un piso, su demanda total fue de 1086 W/h, uso 2 paneles solares de 400W, 01 regulador de carga MPPT SR-MC 40A / 24V y un inversor Phoenix Inverter VE. Direct 250 VA. Concluyó que la energía eléctrica que se distribuye por fuentes renovables convencionales da una solución con ahorro sostenible a la demanda energética de la sociedad y aportan al beneficio ambiental.

Según Cayotopa J. (2019), en su tesis titulada “Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico aislado para electrificar al caserío Flor del Valle en Yambrasbamba provincia de Bongará departamento de Amazonas”, tuvo como objetivo: Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico

aislado para proporcionar electricidad al caserío Flor del Valle en Yambrasbamba. Su demanda de energía promedio diaria calculada del caserío Flor del Valle fue de 13,511 KWh/día. Para 33 viviendas y un local comunal. Concluyó que el sistema fotovoltaico contó con 20 paneles fotovoltaicos, 16 baterías de acumuladores, 02 reguladores de carga y 02 inversores. El costo final del sistema fotovoltaico aislado fue de S/ 206 019,36.

Asi mismo Flores M. (2023), en su investigación titulada: "Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para abastecer energía eléctrica a los pabellones de la Institución Educativa Betesda School Moquegua 2023", se planteó como objetivo: Diseñar un sistema fotovoltaico autónomo para abastecer de energía eléctrica a los pabellones de la Institución Educativa Betesda School. La investigación, de tipo aplicada y diseño no experimental transversal descriptivo, se enfocó en resolver el problema del alto costo energético en el centro educativo. Se usaron técnicas de observación directa y análisis documental para recolectar datos del consumo eléctrico anual y de los equipos en funcionamiento. Los resultados mostraron la necesidad de 38 paneles, 4 reguladores de carga, 32 acumuladores, y 2 inversores, la inversión de retorno se calculó para unos 10 años. Concluyeron que el sistema fotovoltaico propuesto es factible y viable, dado que la institución genera un alto consumo energético durante la temporada escolar, alcanzando un promedio de 897.08 kWh por mes, y que el diseño del sistema permitiría satisfacer esta demanda con una radiación solar de 3.87 kWh/día, obteniendo un TIR de 18% y un VAN de S/. 49,756.86.

De igual manera, Villamar J. (2022), en su investigación titulada: "Diseño de un sistema fotovoltaico como fuente distribuida en el campus de la UCSG", tuvo como objetivo: Diseñar un sistema fotovoltaico para reducir la alta facturación eléctrica y generar energía limpia para el autoabastecimiento de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG). Se recopiló información del consumo eléctrico actual a través de las planillas de servicio eléctrico y se

consideró el marco normativo actual de la ARCERNNR para generación distribuida. Para el diseño del sistema, se utilizó la herramienta virtual PVsyst, que permite simular sistemas fotovoltaicos conectados a la red, aislados o para aplicaciones de bombeo. Los resultados de la simulación y su análisis mostraron un impacto positivo en la reducción de la facturación eléctrica y en la disminución de emisiones de CO₂.

Según Holguín B. (2019), en su investigación titulada: “Desarrollo de proyecto PV usando el software HOMER PRO”, tuvo como objetivo: Diseñar un sistema fotovoltaico híbrido, teniendo en cuenta los datos obtenidos del software HOMER PRO. También se recopiló datos de la compañía Corona Colceramica, el cual considero los consumos de energía eléctrica del área requerida, lo que ayudó a elegir los componentes que se usó en el sistema fotovoltaico. Con el fin de encontrar la viabilidad económica y el diseño. Según sus especificaciones concluyeron que implementarían un sistema híbrido principalmente solar y baterías, pero teniendo en cuenta el respaldo de la red para posibles emergencias así mismo consideraron 2 diseños uno para suplir la demanda de energía por 12 horas y la red se podía usar máximo 4 horas.

Por otra parte, Montoya G. (2019), en su tesis titulada: “Dimensionamiento y selección de un sistema fotovoltaico con el software Homer como una alternativa para generar energía eléctrica en el caserío nuevo retiro en cumba - utcubamba amazonas), tuvo como objetivo: Dimensionar un sistema energético con el uso de la energía solar la cual se simuló mediante el software HOMER, por lo que seleccionó la mejor alternativa de generación de electricidad para abastecer al caserío. Su estudio lo realizó para toda la población (40 personas), para obtener información usó la entrevista y observación. La data base de irradiación los tomó del atlas solar del Perú y de la NASA, con los artefactos y/o equipos que usaban los pobladores calculó una demanda de energía eléctrica 16.424 kWh y los proyecto para 20 años según el grado de crecimiento poblacional del

INE, con el homer pro se seleccionaron los equipos y potencia necesarios y concluyó que es viable realizar el proyecto con la potencia proyectada de 5.054 kW/h y con una radiación mínima de 4,25 kWh/m² por día, usando 16 paneles de 330 Wp, 24 baterías y dos controladores, con un costo total de S/.221 058,89.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1.1. RADIACION SOLAR

Es la energía que emite el sol, en forma de ondas de energía que se mueven por el espacio. Este proceso libera mucha energía que se mueve en todas las direcciones. Una parte de esa energía llega a la Tierra y la cual es muy importante para mantener la vida, el clima y los ecosistemas. (Iqbal, 1983).

Figura 1.

Radiación solar entrante



Nota. Esta imagen explica cómo la luz del sol pasa por la atmósfera y llega a la Tierra, mostrando cómo parte se refleja, otra parte se absorbe y otra sigue su camino. (SERC, 2015)

A. Tipos de radiación solar

La luz del Sol que llega a la Tierra se puede dividir en tres tipos principales:

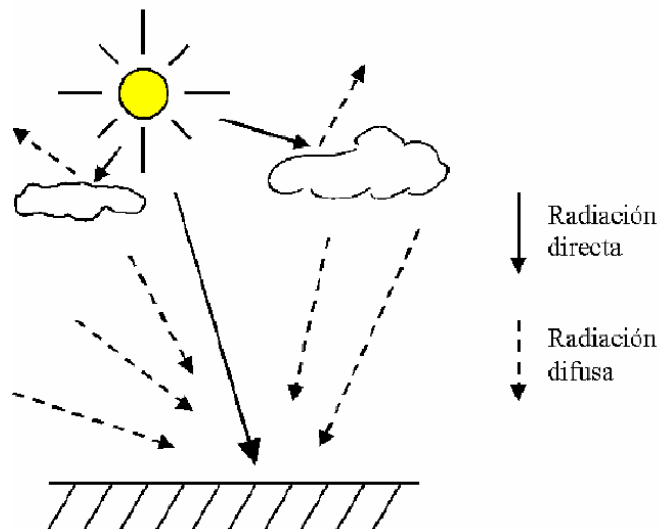
➤ Radiación Directa.

Es la luz del Sol que llega directamente desde el centro del Sol, sin cambiar de dirección ni ser reflejada por el aire.

"La radiación directa es aquella parte de la radiación solar que llega a una superficie sin desviación angular desde el Sol" (Duffie & Beckman, 2013).

Figura 2.

Radiación solar directa



Nota. La imagen muestra cómo la luz del sol llega directamente a la Tierra y cómo otra parte se dispersa en el aire antes de llegar (Aguila, 2011).

➤ **Radiación Difusa.**

Es la parte de la luz del Sol que se ha extendido en la atmósfera por el aire, el vapor de agua, el polvo o las nubes antes de llegar a la Tierra.

"La radiación difusa proviene del cielo en todas las direcciones y es causada por la dispersión atmosférica" (IGBAL, 19883)

➤ **Radiación Global.**

Es la combinación de la luz del Sol que llega directamente y la que está dispersa, que juntas llegan a una superficie plana.

"La radiación global horizontal representa la combinación de la radiación directa y difusa incidentes sobre una superficie" (Duffie & Beckman, 2013)

B. Radiación Solar en Nuevo Chimbote.

El estudio que se realizó en la Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública de Chimbote mostró que la ciudad recibe en promedio 5.87 kWh/m² de energía solar al día durante todo el año. Este valor cambia según la época: es más bajo en julio con 5.03 kWh/m² y más alto en abril con 6.61 kWh/m². Los datos se midieron con un ángulo de inclinación de 15°. (1Library, s.f.)

2.2.2. ENERGIA SOLAR EN EL PERU

Perú tiene mucho potencial para usar la energía del sol porque está cerca del ecuador y recibe mucha luz solar en casi todo el país, especialmente en las zonas del sur de los Andes y la costa.

Esta gran cantidad de energía solar hace que sea una de las mejores opciones para usar energía limpia en las zonas rurales y ciudades, ayudando a depender menos de los combustibles fósiles.

“El Perú presenta un promedio de radiación solar entre 4.5 y 6.0 kWh/m²/día, siendo una de las más altas de Sudamérica, con zonas como Arequipa, Moquegua y Puno alcanzando valores superiores a 6.5 kWh/m²/día”. (Ministerio de Energía y Minas del Perú (MINEM), 2021).

Horas Pico Solar (HPS) en el Perú.

En Perú, el promedio de horas pico solares está entre 4.5 y 6.5 horas al día, siendo más alto en el sur del país. Por ejemplo, en Moquegua y Tacna, las horas pico solares pueden ser más de 6 horas durante casi todo el año (SENAMHI, 2020).

Estas condiciones hacen que el país pueda aprovechar muy bien la energía solar con sistemas de paneles solares.

Las Horas Pico Solar (HSP) indican cuántas horas al día la luz del sol es tan fuerte como 1.000 W/m². Esto ayuda a saber cuánta energía solar se puede aprovechar, por ejemplo, con paneles solares. ((SENAMHI)., 2020)

2.2.3. BATERIAS

Una batería es un aparato que guarda energía química y la cambia en energía eléctrica. Está formada por una o más partes que permiten que los electrones se muevan por un circuito y así alimentan dispositivos eléctricos o electrónicos.

“Una batería es un aparato que transforma la energía química guardada en energía eléctrica gracias a reacciones químicas que pasan en sus partes llamadas electrodos. " (Linden & Reddy, 2002).

Las baterías pueden ser de un solo uso (no recargables) o recargables, y se usan en cosas como celulares, sistemas de energía de respaldo y autos eléctricos. (Linden & Thomas, 2002)

BATERÍAS PARA PANELES SOLARES

Las baterías solares guardan la energía que producen los paneles solares para usarla después, por ejemplo, en la noche o cuando no hay mucho sol. Son muy importantes en sistemas solares independientes y también pueden ayudar en sistemas conectados a la red eléctrica.

Las baterías solares guardan la energía que producen los paneles durante el día para usarla después, asegurando electricidad todo el tiempo y haciendo que el sistema solar funcione mejor. (Energy, 2013).

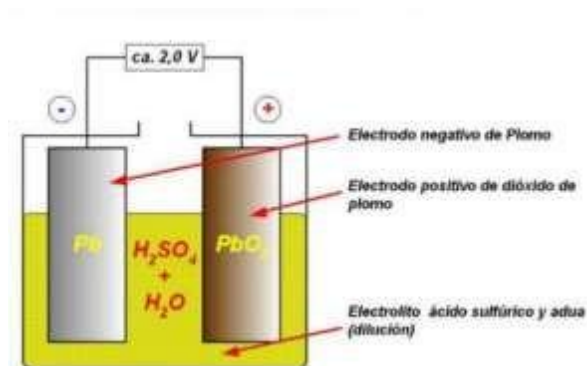
TIPOS DE BATERIAS:

A. Baterías de plomo-ácido:

Estas baterías se pueden recargar y funcionan con plomo y ácido sulfúrico para guardar y entregar electricidad. Se usan mucho en autos y sistemas de emergencia porque son baratas y duran bastante tiempo (Chen, 2019).

Figura 3.

Funcionamiento de una batería de plomo-ácido



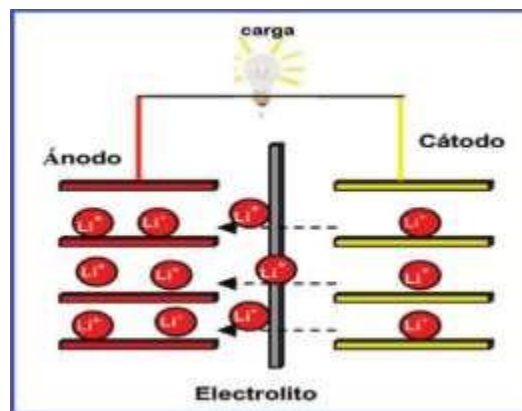
Nota. La imagen explica cómo las partes de plomo dentro de la batería, están en un líquido especial, producen electricidad cuando la batería se usa y se carga. (Soler, 2009)

B. Baterías de litio.

Estas baterías se pueden recargar y usan litio para guardar energía. Son más livianas y pueden almacenar más electricidad que las de plomo, por eso se usan en celulares y autos eléctricos. (Wang & Lee, 2020)

Figura 4.

Esquema de una batería de iones de litio



Nota. Esta imagen muestra cómo el litio se mueve dentro de la batería cuando se carga y se descarga, y señala las partes más importantes que hacen que funcione. (Pérez-Estebáñez, 2009)

COMPONENTES DE LA BATERÍA PARA PANELES SOLARES

Las baterías que se usan en sistemas solares tienen varias partes importantes que hacen que funcionen bien y sean seguras. Algunas de las más importantes son:

Celdas Electroquímicas

Son la parte principal que guarda la energía usando reacciones químicas. Hay varios tipos, como las de plomo-ácido, litio o níquel-cadmio, según los materiales que usan.

Electrodos (Ánodo y Cátodo)

Son materiales que conducen electricidad y donde pasan las reacciones que ayudan a guardar o soltar energía.

Electrolito

Es la sustancia que deja pasar los iones entre las partes de la batería. Puede ser un líquido, gel o sólido, según el tipo de batería.

Separador

Es un material con pequeños poros que separa las partes internas de la batería para que no se toquen y cause un daño, pero aún deja pasar los iones.

Carcasa o Contenedor

Cubre y protege todas las partes de adentro de la batería. Está hecha de materiales fuertes que resisten químicos y golpes.

Sistema de Gestión de Batería (BMS)

Controla cosas como el voltaje, la temperatura y la carga para cuidar la batería y hacer que dure más tiempo.

Terminales de Conexión

Son las partes donde se conecta la batería al sistema eléctrico del panel solar.

"Las partes principales de las baterías solares son las celdas, los electrodos, los electrolitos, los separadores, la carcasa y el sistema que controla la batería. Todas estas partes trabajan juntas para guardar la energía de forma segura y eficiente." (Linden & Thomas, 2002)

2.2.4. Regulador o Controlador de Carga para Paneles Solares

El regulador o controlador de carga es un aparato que controla la electricidad que viene de los paneles solares hacia la batería. Se asegura de que la batería se cargue bien y evita que se sobrecargue o se descargue demasiado, para no dañarla. Su trabajo es proteger la batería y hacer que dure más tiempo.

"El controlador de carga solar controla la energía que va del panel solar a la batería, evitando que se cargue demasiado o se descargue mucho, para que el sistema funcione mejor y dure más." (Energy, 2013).

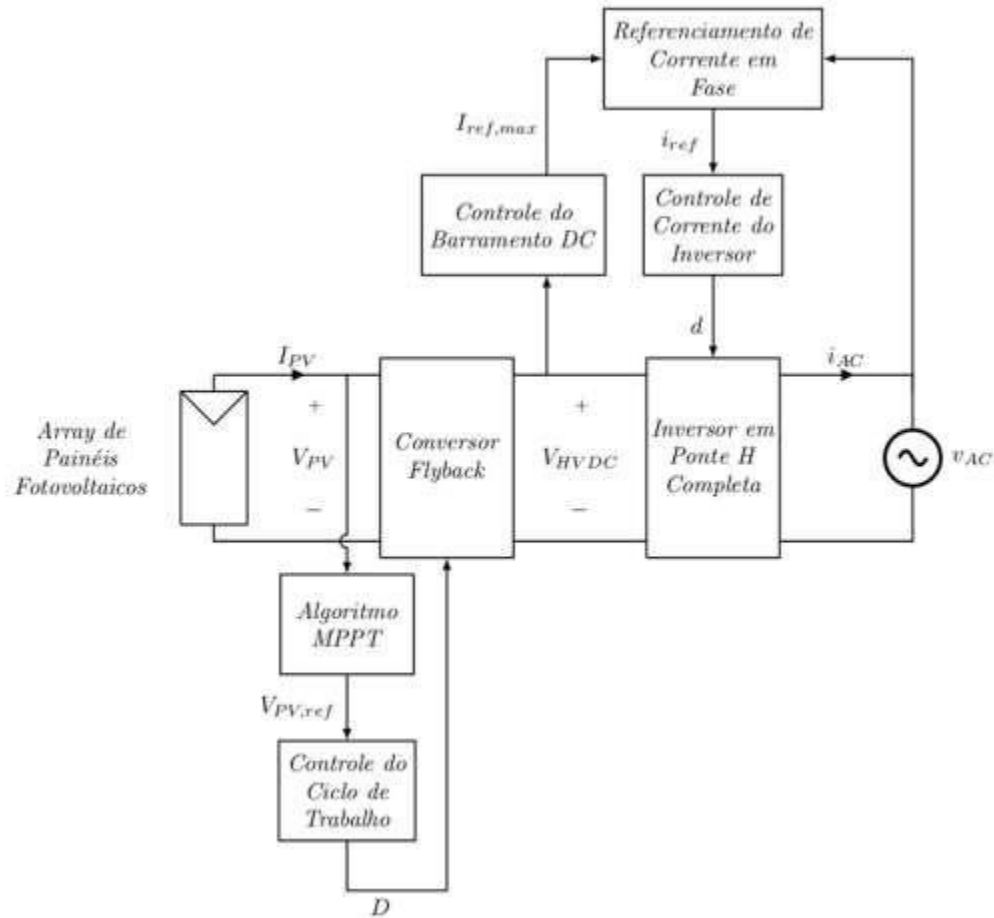
2.2.5. Inversor Solar

El inversor solar es un aparato que cambia la energía que producen los paneles solares (corriente continua) en el tipo de energía que usamos en casas y fábricas (corriente alterna). También puede ayudar a controlar y proteger el sistema solar.

"El inversor solar cambia la energía que viene de los paneles solares (corriente continua) en energía que se puede usar en las casas o enviar a la red eléctrica (corriente alterna). (Energy, 2013).

Figura 5.

Diagrama de bloques del inversor solar



Nota. La imagen explica cómo el inversor cambia la energía de los paneles solares a un tipo que se puede usar en la casa o en la red eléctrica. (Sunika, Kumar, Pryma, & Verma, 2017).

2.2.6. CAPACIDAD DE UN SISTEMA ELECTRICO

La capacidad del sistema eléctrico es un concepto fundamental para comprender el funcionamiento de las redes eléctricas. Se define como la cantidad máxima de energía eléctrica que puede ser transmitida o generada por un componente o sistema específico en un periodo de tiempo determinado. (Jacobson, 2012)

Es fundamental que la capacidad del sistema eléctrico sea suficiente para cubrir la demanda de los consumidores, en condiciones normales como también en situaciones de demanda máxima (peak demand). Si la capacidad del sistema es insuficiente, se pueden producir apagones u otras interrupciones del servicio. (Jacobson, 2012)

Es de suma importancia tener en cuenta que la capacidad y la energía no son lo mismo. En el caso de energía se mide en unidades como kilovatios-hora (kWh), mientras tanto la capacidad se mide en unidades de potencia. La energía viene a representar la cantidad total de trabajo que realiza el sistema, mientras que la capacidad representa la tasa a la que se puede realizar ese trabajo. (Jacobson, 2012)

2.2.7. SISTEMA ENERGETICO

El sistema energético tiene la capacidad de adecuarse a la demanda energética de forma constante, esto quiere decir, que es conveniente para suministrar lo que requiera la demanda. Se dispone de recursos que equilibren la demanda que se requiere. (Iberdrola, 2020)

La electricidad es la columna vertebral de la transición energética hacia un sistema sostenible, la electricidad debe integrarse con todos los componentes del sistema energético y en general del sistema económico. (Enel, 2023)

2.2.8. SISTEMA ELECTRICO

El sistema eléctrico se erige como una red compleja e interconectada de componentes, dispositivos y circuitos diseñados para un único propósito: gestionar la energía eléctrica de manera eficiente y segura. Esta infraestructura eléctrica constituye la base sobre la cual se sustenta el suministro de energía que alimenta nuestros hogares, industrias, comercios y un sinnúmero de sectores que impulsan el motor del mundo moderno. (Eligenio, 2024)

A. SISTEMA ELECTRICO FOTOVOLTAICO

El sistema fotovoltaico se presenta como una solución innovadora para aprovechar la energía del sol y transformarla en electricidad limpia y renovable, especialmente en zonas rurales donde el acceso a la red eléctrica convencional puede ser limitado o inexistente. Este sistema permite a los hogares rurales disfrutar de los beneficios de la electricidad sin depender de fuentes de energía tradicionales, a la vez que contribuye a la protección del medio ambiente. (Jeri J & Sacha, 2017).

B. SISTEMA FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED

Estos sistemas se presentan como una opción atractiva para zonas urbanas con acceso a la red eléctrica convencional. A diferencia de los sistemas fotovoltaicos aislados, no requieren baterías para almacenar la energía solar, ya que la convierten directamente en electricidad y la inyectan a la red eléctrica para su consumo inmediato. (Jeri, J., Sacha, G.2017).

PANELES FOTOVOLTAICOS

Son dispositivos que toman luz solar para generar una corriente directa, estos sistemas son clave en la producción de energía renovable.

TIPOS DE PANELES FOTOVOLTAICOS

- Paneles solares monocristalinos

Este tipo de paneles solares son fabricadas con silicio y está compuesta de varias celdas fotovoltaicas que se encuentran conectadas eléctricamente entre sí, en serie y en paralelo. (Hilcu, 2021).

Figura 6.

Panel solar monocristalino



Nota. En la presente imagen se observa paneles solares monocristalinos instalados. (Hilcu, 2021)

- Paneles solares Policristalino

Son una de las tecnologías más utilizada debido a que cuentan con células solares en sus paneles fotovoltaicos, por lo que mayormente el material que se emplea es de silicio, los cuales se empiezan a formar por medio de las barras del mismo material fundido y para posteriormente ser enfriado lentamente. (sotysolar, 2023)

Figura 7.

Paneles solares policristalino.



Nota. EN la imagen se muestra paneles solares policristalinos instalados para generar energía eléctrica.

- Paneles solares bifaciales

Estos paneles solares usan radiación solar por medio de una doble capa de vidrio que se encuentra en la parte posterior de la célula fotovoltaica.

La capacidad que tiene de aprovechar los rayos solares desde ambos lados es viene a ser posible por el coeficiente de Albedo, que es el parámetro que mide la capacidad de reflexión de un objeto. (Editorial, 2024)

Figura 8.

Paneles solares bifacial.



Nota. Paneles solares bifaciales instalados para generar energía.

2.2.9. EFICIENCIA ENERGETICA

Es la capacidad para obtener los mejores resultados en cualquier actividad empleando la menor cantidad de recursos energéticos posible, esto nos permite minimizar los usos de energía en las diferentes actividades y con ello también ayuda a reducir los impactos ambientales.

Es imprescindible para reducir el consumo de energía sin que esto afecte a prestación de servicios o trabajos que se realiza. (Repsol, 2024)

Es importante la eficiencia energética ya que ayuda a reducir los costos de la energía, reducir el impacto ambiental, reducir el impacto ambiental, mejorar la sostenibilidad promoviendo los recursos energéticos por mejorar su eficiencia

2.2.10. CONSUMO ELÉCTRICO

Se refiere a la cantidad de energía consumida en un determinado periodo de facturación, el cual se mide en kilovatios hora (kwh). Los factores que influyen la cantidad de consumo que se debe de pagar son las dimensiones de la propiedad, el número de habitantes, uso de electrodomésticos y los hábitos de consumo. (PEPEENERGY, 2024)

2.2.11. DEMANDA ENERGÉTICA

Es la energía que se requiere para satisfacer las necesidades de consumo de energía en un lugar durante un tiempo determinado. Produce energía mientras esta es consumida; es importante que se mantenga en un balance. Así mismo es fundamental para la identificar uno de los elementos que afecta la formación de precio, tanto de la bolsa de energía, como también los contratos de largo plazo. (Lucia & Schwartz, 2002).

2.2.12. SOFTWARE PVSYST

PVsyst es un software profesional para estudio, dimensionamiento y simulación de sistemas fotovoltaicos completos (conectados a red, aislados y de bombeo). Integra bases de datos meteorológicas y de componentes, modelos de pérdidas ópticas y eléctricas (sombreamiento, IAM, suciedad, desajustes, cableado), y genera indicadores como rendimiento específico y Performance Ratio (PR) mediante simulaciones horarias y el Loss Diagram, lo que facilita comparar variantes, identificar cuellos de botella y estimar la energía y la rentabilidad del proyecto.

“PVsyst es un paquete de software para el estudio, dimensionamiento y análisis de datos de sistemas FV completos” (PVsyst, s. f.)

2.2.13. BATERÍA 48V 1750AH OPZV BAE

La celda OPzV 14-OPzV-1750 es una batería estacionaria de plomo-ácido con placas tubulares y tecnología VRLA, diseñada para aplicaciones de larga duración. Su capacidad alcanza los 1890 Ah en C10 y hasta 2432 Ah en C100, lo que la hace adecuada para sistemas de respaldo y aplicaciones energéticas críticas.

En cuanto a la vida útil, puede superar los 15 años en flotación a 20 °C, con una autodescarga muy baja de aproximadamente 2 % mensual en condiciones estándar. Su comportamiento frente a ciclos es notable, soportando alrededor de 1500 ciclos al 60 % de profundidad de descarga, lo que garantiza un buen rendimiento en usos de ciclo profundo.

Las especificaciones eléctricas indican una resistencia interna de 0,180 mΩ, voltaje de flotación recomendado de 2,25 V/celda y un rango de operación que va desde –20 °C hasta 55 °C, siendo el rango óptimo entre 10 y 30 °C. Puede admitir corrientes de carga inicial de hasta 567 A, con voltajes de carga de refuerzo cercanos a 2,35 V/celda.

En cuanto a construcción, cuenta con 14 placas positivas, con dimensiones de 399 × 214 × 771 mm (799 mm con conectores) y un peso aproximado de 146 kg. Los terminales son de tipo M10, adecuados para aplicaciones de alta corriente.

Finalmente, cumple con normas internacionales como IEC 896-1, IEC 60896-21 y EN 61427, asegurando calidad y confiabilidad para su uso en telecomunicaciones, sistemas fotovoltaicos, centrales eléctricas y almacenamiento estacionario de energía.

Figura 9. Batería 48V 1750Ah OPzV BAE SECURA



Nota. Las Baterías Estacionarias OPzV BAE cuentan con unas competitivas características técnicas y una excelente durabilidad y vida útil, (Solar components, 2025)

2.2.14. INVERSOR/CARGADOR MUST PH30-10048-T

El Inversor/Cargador Híbrido MUST PH30-10048-T es la unidad central de gestión energética para sistemas fotovoltaicos trifásicos, destacado por su diseño robusto de baja frecuencia y su funcionalidad "todo en uno". Este dispositivo combina en una sola carcasa las funciones esenciales de un inversor, un cargador solar y un cargador de batería de CA, lo que simplifica la instalación y optimiza el manejo de múltiples fuentes de energía.

Con una potencia nominal de 10.000 W (10 kW), el PH30-10048-T está especialmente diseñado para operar con un sistema de baterías de 48 VDC, proporcionando una onda de salida de onda senoidal pura. Esta característica es fundamental, ya que garantiza que la energía alterna generada (típicamente 230 VAC/400 VAC en salida trifásica) sea limpia y estable, protegiendo así equipos electrónicos sensibles y cargas inductivas.

Su construcción de baja frecuencia, que implica la utilización de un transformador, le otorga una alta capacidad de sobrecarga (hasta 150% por periodos cortos), vital para el arranque de motores, bombas y compresores. Además, incorpora un controlador de carga solar MPPT de alto rendimiento (con una eficiencia máxima del 98%) y múltiples canales, lo que maximiza la extracción de energía de los paneles solares y asegura una carga eficiente de la batería. El equipo ofrece una gestión flexible, pudiendo operar en modo conectado a la red (On-Grid), aislado de la red (Off-Grid) o de forma interactiva, dando al usuario la capacidad de definir las prioridades de consumo y carga, ya sea desde la energía solar, la batería, o la red eléctrica de respaldo (**Must, 2025**)

Figura 10.

INVERSOR/CARGADOR MUST PH3000.



Nota: La imagen muestra el inverso Must modelo PH3000

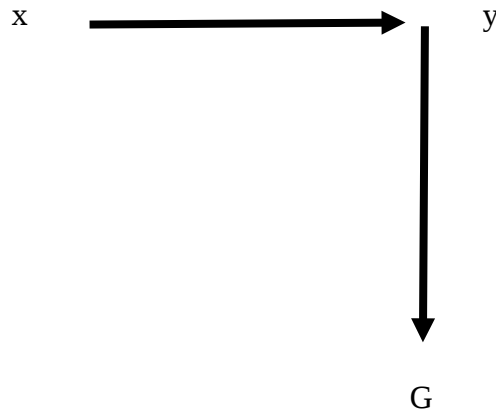
III. METODOLOGIA

3.1. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.

La presente investigación es del tipo no experimental, de naturaleza descriptiva.

3.2. DISEÑO.

El diseño de esta investigación es no experimental, de alcance descriptivo y enfoque cuantitativo.



Donde:

X: Capacidad de generación de energía

Y: Suministro energético

G: Asentamiento Humano

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.

Es única y seleccionada por conveniencia, para el Asentamiento Humano Bello Amanecer – Nuevo Chimbote, cuenta con alrededor de 172 usuarios actualmente. (Municipalidad distrital de Nuevo Chimbote)

3.4.TÉCNICAS, INSTRUMENTOS E INFORMANTES O FUENTES PARA OBTENER LOS DATOS.

- Las técnicas utilizadas para recolectar los datos fueron las siguiente:

Recolección de información: La información fue recopilada de fuentes como: tesis y revistas científicas.

- Los instrumentos para la recolección de datos fueron los siguientes:

Registro de información: Herramienta para recopilar información de resultados antes y después del diseño.

Toma de datos con el software PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM.

3.5. PROCEDIMIENTO O FORMA DE TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.

Para realizar el trabajo de investigación y análisis de datos se utilizaron medidas descriptivas para relacionar las variables de estudio y medidas de conclusión para constatar la hipótesis planteada en el proyecto de investigación.

1. Se realizó la evaluación energética del asentamiento humano.
2. A continuación, se simuló el sistema energético fotovoltaico en el software Pvsyst.
3. Luego se evaluó el sistema energético fotovoltaico para proveer energía al asentamiento humano.
4. Finalmente se realizó un análisis económico para determinar la rentabilidad del proyecto.

3.6. TÉCNICAS DE PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

- Se ubicó el asentamiento humano con el software PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM, para así determinar los datos de radiación solar.
- Se buscó información, las características de los paneles fotovoltaicos, para así facilitar la simulación del programa Pvsyst.
- Se utilizó del software Excel, donde se plasmará los resultados obtenidos en el software Pvsyst.
- Finalmente se obtuvieron los resultados del sistema energético solar el cual mostrará la capacidad de proveer energía eléctrica al asentamiento humano.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. CALCULO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA.

El AA.HH. Bello Amanecer - Nuevo Chimbote, cuenta con una población total de 170 viviendas, para el cálculo correspondiente se consideró una muestra de 20 viviendas. Con el objetivo de proyectar el número de viviendas se consideró la tasa de crecimiento poblacional del departamento de Ancash, para esto se calculó con base a los censos del INEI.

Tabla 1.

Tasa de crecimiento promedio anual de la población censada, según Departamento

Departamento	1940- 1961	1961- 1972	1972- 1981	1981- 1993	1993- 2007	2007- 2017
Amazonas	2.9	4.6	3.0	2.4	0.8	0.1
Ancash	1.5	2.0	1.4	1.2	0.8	0.2
Apurímac	0.5	0.6	0.5	1.4	0.4	0

Nota. Esta tabla muestra el crecimiento de población anual por departamentos. INEI, Censos Nacionales (2017).

Tabla 2.

Tasa de crecimiento de la población en Ancash

Periodo	Tasa de crecimiento (%)
1940-1961	1.5
1961-1972	2
1972-1981	1.4
1981-1993	1.2
1993-2007	0.8
2007-2017	0.2
Promedio	1.18

Nota. La presente tabla muestra la tasa de crecimiento de la población de Ancash. Elaboración propia (2025).

Con la tasa de crecimiento poblacional, proyectaremos el crecimiento a 10 años de la población, con la siguiente ecuación:

$$P_n = P_0 * (1 + i)^n \quad (1)$$

$$V_n = V_0 * \frac{P_n}{P_0} \quad (2)$$

Tabla 3.

Proyección de la población y viviendas a 15 años

Ítem	Año	Población	Vivienda
0	2025	67	20
1	2026	68	20
2	2027	69	20
3	2028	70	20
4	2029	71	21
5	2030	72	21
6	2031	73	21
7	2032	74	22
8	2033	75	22
9	2034	76	22
10	2035	77	23
11	2036	78	23
12	2037	79	23
13	2038	80	24
14	2039	81	24
15	2040	83	25

Tabla 4.*Demanda de energía-Unidad por vivienda*

Unidad de vivienda					
Artefactos	N° de artefactos	Potencia eléctrica (W)	Potencia total (W)	Horas de consumo diario(h)	Consumo diario (W.h/día)
Televisor	1	80	80	3	240
Licuadaora	1	300	300	0.5	150
Celular	2	45	90	2	180
Luminaria LED	3	8	24	4	96
Laptop	1	55	55	2	110
TOTAL					776

Tabla 5.*Demanda de energía-Espacios comunitarios*

Espacios comunitarios	Artefactos	N° de artefactos	Potencia eléctrica (W)	Potencia total (W)	Horas de consumo diario(h)	Consumo diario (W.h/día)
Local comunal	Luminaria LED	4	18	72	4	288
	Cargador de celular	1	45	45	1.5	67.5
Iglesia Comedor	Luminaria	3	8	24	2	48
	Luminaria LED	3	16	48	3	144
	Licuadaora	1	250	250	0.5	125
	Celular	1	45	45	5	225
Total						897.5

Tabla 6.*Demanda de energía- Alumbrado público.*

Alumbrado publico					
Artefactos	N° de artefactos	Potencia eléctrica (W)	Potencia total (W)	Horas de consumo diario(h)	Consumo diario (W.h/día)
Luminaria	12	60	720	12	7560
Total			720		7560

Tabla 7.*Demanda de energía total*

Energía total					
Descripción	Cantidad	Potencia eléctrica (W)	Potencia total (W)	Consumo diario (W.h/día)	Consumo total diario (W.h/día)
Viviendas	25	549	13725	776	19400
Espacios comunitarios	1	484	484	897.5	897.5
Alumbrado publico	12	60	720	7560	7560
Total			15469		27857.5

De acuerdo a la proyección de la Tabla 4, según la proyección a 15 años la demanda total es de 15469 W y un consumo total diario de 27857.5 Wh.

4.2. DATOS DE IRRADIACIÓN SOLAR PARA AA. HH. BELLO AMANECER NUEVO CHIMBOTE.

Los datos de irradiación son obtenidos de la NASA. El cual cuenta con datos históricos de largo tiempo de datos meteorológicos y energía solar sobre la tierra, como temperatura, radiación solar, viento, precipitación, los cuales han demostrado ser preciso y confiables, para acceder a estos datos es necesario tener la ubicación geográfica del lugar que se requiere.

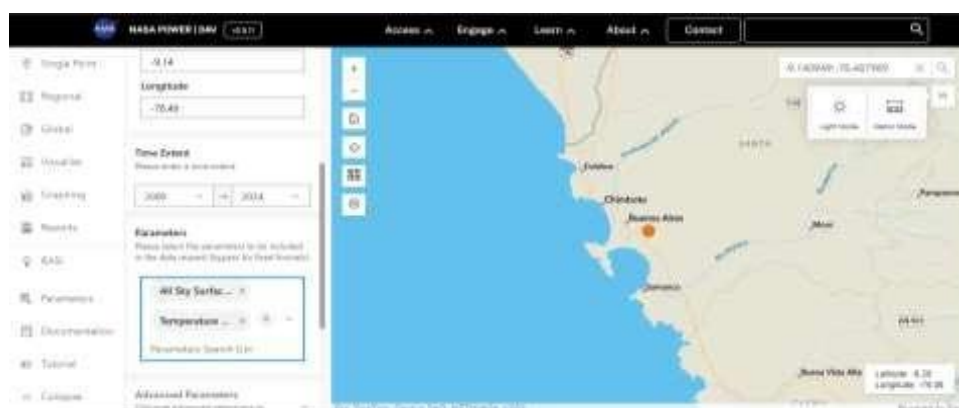
Tabla 8.

Ubicación geográfica del AA.HH. Bello Amanecer - Nuevo Chimbote

Ubicación geográfica AA. HH Bello Amanecer	
Longitud	-9.140949
Latitud	-78.487989

Figura 11.

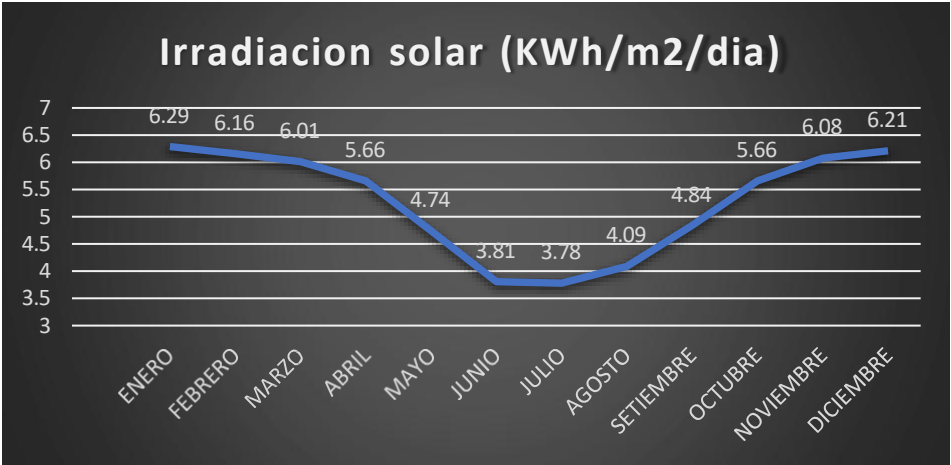
Ingresa de datos a la página de la NASA



Nota. La imagen muestra el inicio de la página nasa, de donde se obtendrá la radiación y la temperatura del AA. HH Bello Amanecer. (nasapower, 2025).

Figura 12.

Radiación solar en el AA. HH Bello Amanecer - Nuevo Chimbote



Nota. La presente imagen muestra la irradiación solar promedio de los años 2000 al 2024 en todos los meses del año.

Tabla 9.

Datos de irradiación solar y temperatura del AA. HH Bello Amanecer- Nuevo Chimbote.

Mes	Irradiación solar (KWh/m2/día)	Temperatura (°C)
Enero	6.29	22.47
Febrero	6.16	23.77
Marzo	6.01	23.55
Abril	5.66	21.64
Mayo	4.74	20.098
Junio	3.81	19.05
Julio	3.78	18.33
Agosto	4.09	17.83
Setiembre	4.84	17.64
Octubre	5.66	18
Noviembre	6.08	19.07
Diciembre	6.21	20.68

Nota. La tabla muestra los datos de radiación y temperatura en el AA. HH Bello Amanecer. NASA Surface meteorology and Solar Energy, (2025).

De acuerdo a la Tabla 10 la radiación es variable, se mantiene entre los valores 3.78 kWh/m²/día y 6.29 kWh/m²/día sacando un valor promedio es de 5.2775 kWh/m²/día. El valor menor de radiación es de 3.78 kWh/m²/día el cual sería considerado para obtener el mejor análisis para que el sistema fotovoltaico trabaje de manera óptimo.

De la misma manera la temperatura de la zona está entre valores de 18°C y 23.77 °C con un valor promedio de 20.18 °C, considerando que el menor valor es de 18 °C este sería el ideal para trabajar y obtener un mejor análisis para el óptimo funcionamiento de nuestro sistema.

4.3. EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA

4.3.1. PANELES FOTOVOLTAICOS

De acuerdo a la Tabla 8 la energía promedio diaria es 27857.5 W.h., de acuerdo a esto calculamos el dimensionamiento del sistema fotovoltaico. Para esto se usa la constante $E_o = 1000 \text{ W/m}^2$ para hallar la disponibilidad del recurso energético

Datos:

- Mínima irradiación diaria (G_A) = 5.28 kWh/m²
- Desviación estándar $\sigma = 0.84586 \text{ kWh/m}^2$

Cálculo de disponibilidad media

$$\ddot{a}(G_A, \sigma) = 1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} * \frac{\sigma}{G_A} \quad (3)$$

$$\ddot{a}(GA, \sigma) = 1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} * \frac{0.84586}{5.28}$$

$$\ddot{a}(GA, \sigma) = 92.56 \%$$

Entonces la disponibilidad media para AA. HH Bello amanecer es de 92.56% está por encima del valor mínimo requerido mínimo 90%.

Para el cálculo de potencia máxima con el $G_{dim}=GA$, con el fin de evitar errores se ajusta el G_{dim} para el dimensionamiento

Cálculo de G_{dim}

$$G_{dim}(a_{soll}) = GA * \left(1 - \frac{a - 1 + \frac{\sigma}{GA * \sqrt{2\pi}}}{\frac{1}{2} - \frac{\sigma}{GA * \sqrt{2\pi}}}\right) \quad (4)$$

$$G_{dim}(a_{soll}) = 5.28 * \left(1 - \frac{0.9256 - 1 + \frac{0.84586}{5.228\sqrt{2\pi}}}{\frac{1}{2} - \frac{0.84586}{5.28 * \sqrt{2\pi}}}\right)$$

$$G_{dim}(a_{soll}) = 5.2975 \frac{kWh}{m^2}$$

Cálculo del rendimiento máximo optimo

Para calcular la potencia pico del sistema se debe tener en cuenta las eficiencias estañar de trabajo de los equipos que confirman en sistema fotovoltaico, para elegir el panel fotovoltaico requerido para evaluarlo en el programa Pvsyst.

Tabla 10.*Características estándar del rendimiento de equipos del sistema fotovoltaico*

Elemento	Características	Eficiencia (%)
Modulo fotovoltaico	Relación de rendimiento Pro	84
Regulador de cara	Eficiencia del regulador η_{lr}	98
	Precisión de ajuste de MPP η_a	95
Batería	Eficiencia de la batería η_{bat}	85
Inversor	Eficiencia del inversor η_{wr}	95

Nota. La tabla muestra el rendimiento de los equipos en un sistema fotovoltaico.

- Energía promedio diario $W_d = 27857.5 \text{ Wh}$
- Máximo valor sobre la superficie terrestre $(E_o) = 1000 \text{ W/m}^2$
- Disponibilidad de recurso energético $G_{dim} = 5.28 \text{ kWh/m}^2$

$$P_{pKopt} = \frac{E_o * W_d}{G_{dim} * PR_{0cSi} * \eta_{lr} * \eta_a * \eta_{br} * \eta_{wr}} \quad (5)$$

$$P_{pKopt} = \frac{1000 \frac{W}{m^2} * \frac{27857.5}{1000} kWh}{5.28 \frac{kWh}{m^2} * 84\% * 98\% * 95\% * 85\% * 95\%}$$

$$P_{pKopt} = 8353.79 \text{ Wp}$$

A continuación, se cotizo con proveedores auto solar y Eco Green energy y aesolar, y se consideró el panel solar con menor costo por Wp.

Tabla 11.

Comparación de paneles solares según potencia en Wp

Fabricante	Potencia (Wp)	Costo (S/.)	Costo (S/. /Wp)
Topcon eco green	585	810.47	1.385418803
Astronergy	610	559.62	0.917409836
Trina solar	570	525	0.921052632
Eco green energy	485	500	1.030927835
Aesolar	615	622	1.011382114

Nota. En la tabla se comparó los precios de los paneles solares de acuerdo a su potencia.

Elaboración Autores (2025).

Luego de esta comparación de paneles se propone el uso de paneles solar bifacial 610 Wp ASTRONERGY con 132 celdas fotovoltaicas de Autosolar.

Figura 13.

Panel solar bifacial 610 W 24V



Nota. La presente imagen muestra un panel solar bifacial de 610 W el cual es usado para desarrollar el proyecto.

Tabla 12.

Datos técnicos del panel solar bifacial

Datos técnicos del panel solar bifacial 610 W Astronergy	
Potencia máxima (W)	610 W
Voltaje a máxima potencia (VMP)	41.31 V
Intensidad a máxima potencia (IMP)	14.77 A
Voltaje de circuito abierto (VOC)	48.74 W
Corriente de cortocircuito (ISC)	15.94 A
Eficiencia	22.60%
NMOT	41 ±2
Coefficiente de temperatura (Pmpp)	-0.29 %
Coefficiente de temperatura (Isc)	+0.043%
coeficiente de temperatura (Voc)	-0.15%

Nota. Esta tabla muestra la ficha técnica el panel solar. Autosolar (2025).

Con la ficha técnica del panel fotovoltaico bifacial, nos permite calcular la influencia de la temperatura que tiene el panel, con la que procedemos a calcular la cantidad de paneles necesarios tanto en serie como en paralelo, para poder encontrar la potencia final pico del sistema fotovoltaico, con la cual se procede a elegir los componentes para simular en el programa Pvsyst.

Temperatura de celda

$$T_c = T_a + G * \frac{TNMOT - 20}{800} \quad (6)$$

$$T_c = 25 + 1000 * \frac{41 - 20}{800}$$

$$T_c = 51.25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Corrección de la variación de potencia:

$$\Delta P_{max} = Coef\ T_{Pmpp}\% / ^\circ C * (T_{Cmax} - 25) \quad (7)$$

$$\Delta P_{max} = -0.29\% ^\circ C * (51.25 - 25)$$

$$\Delta P_{max} = -7.625\%$$

Corrección de variación de voltaje

$$\Delta V_{oc} = Coef\ T_{Voc}\% / ^\circ C * (T_{Cmax} - 25) \quad (8)$$

$$\Delta V_{oc} = -0.15\% ^\circ C * (51.25 - 25)$$

$$\Delta V_{oc} = -3.937\%$$

Corrección de la variación de corriente

$$\Delta I_{sc} = Coef\ I_{sc}\% / ^\circ C * (T_{Cmax} - 25) \quad (9)$$

$$\Delta I_{sc} = +0.043\% ^\circ C * (51.25 - 25)$$

$$\Delta I_{sc} = 1.2128\%$$

Potencia máxima corregida

$$P_{Pmaxc} = P_{max} * (1 + \Delta P_{Pmpp}) \quad (10)$$

$$P_{Pmaxc} = 610W * (1 - 7.625\%)$$

$$P_{Pmaxc} = 563.4875\ W$$

Voltaje corregido

$$\Delta V_{occ} = V_{oc} * (1 + \Delta V_{oc}) \quad (11)$$

$$\Delta V_{occ} = 41.31V * (1 - 3.907\%)$$

$$\Delta V_{occ} = 39.7V$$

Corriente corregida

$$\Delta I_{scc} = I_{sc} * (1 + \Delta I_{sc}) \quad (12)$$

$$\Delta I_{scc} = 14.77A * (1 + 1.2128)$$

$$\Delta I_{scc} = 14.94 A$$

Cálculo de cantidad de paneles

$$N^{\circ} \text{ de paneles} = \frac{P_{pk}}{P_{maxc}} \quad (13)$$

$$N^{\circ} \text{ de paneles} = \frac{8353.79W}{563.49W}$$

$$N^{\circ} \text{ de paneles} = 14.82 \cong 15 \text{ paneles}$$

Numero de paneles en serie

$$N^{\circ}_{pserie} = \frac{V_{sistema}}{V_{modulof}} \quad (14)$$

$$N^{\circ}_{pserie} = \frac{48V}{24V}$$

$$N^{\circ}_{pserie} = 2$$

Número de paneles en paralelo

$$N^{\circ}_{pparalelo} = \frac{N^{\circ}_{paneles}}{N^{\circ}_{pserie}} \quad (15)$$

$$N^{\circ}_{pparalelo} = \frac{15}{2} = 7.5 \cong 8$$

Voltaje en circuito abierto en serie

$$V_{oc-serie} = V_{oc} * N^{\circ}paneles \text{ en serie} \quad (16)$$

$$V_{oc-serie} = 48.84V * 2$$

$$V_{oc-serie} = 97.68 V$$

Corriente de cortocircuito en paralelo

$$I_{sc-paralelo} = I_{sc} * N^{\circ}paneles \text{ en paralelo} \quad (17)$$

$$I_{sc-paralelo} = 15.94 * 7.5$$

$$I_{sc-paralelo} = 119.55 A$$

Máxima capacidad de voltaje en serie

$$V_{pm-serie} = V_{pm} * N^{\circ}paneles \text{ en serie} \quad (18)$$

$$V_{pm-serie} = 41.31 * 2$$

$$V_{pm-serie} = 82.62 V$$

Máxima capacidad de corriente en paralelo

$$I_{pm-paralelo} = I_{pm} * N^{\circ} \text{ paneles en paralelo} \quad (19)$$

$$I_{sc-paralelo} = 14.77A * 7.5$$

$$I_{sc-paralelo} = 110.75 A$$

Nueva potencia pico final del sistema.

$$P_{pk-final} = P_{Pmaxc} * N^{\circ} \text{ paneles} \quad (20)$$

$$P_{pk-final} = 563.487W * 15$$

$$P_{pk-final} = 8452.305 W$$

Tabla 13.

Resumen de datos de influencia de la temperatura

Influencia de temperatura	
Temperatura de celda (T_c)	51.25 °C
Corrección de variación de potencia (ΔP_{max})	-7.625%
Corrección de variación de voltaje (ΔV_{max})	-3.937%
Corrección de variación de corriente (ΔI_{max})	1.2128 %
Potencia máxima corregida (P_{max-c})	563.4875 W
Voltaje corregido (V_{oc-c})	39.7 V
Corriente corregida (I_{sc-c})	14.94 A
Voltaje de circuito abierto en serie ($V_{oc-serie}$)	97.68 V
Corriente de cortocircuito en paralelo ($I_{sc-paralelo}$)	119.55 A
Máxima capacidad de voltaje en serie ($V_{pm-serie}$)	82.62 V
Máxima capacidad de corriente en paralelo ($I_{pm-paralelo}$)	110.75 A

Tabla 14.

Resumen de datos del cálculo de los módulos fotovoltaicos del sistema solar

Cálculo de los módulos fotovoltaicos	
Cantidad de paneles (N° paneles)	15
Cantidad de paneles en paralelo ($N^{\circ}_{P_{paralelo}}$)	8
Cantidad de paneles en serie ($N^{\circ}_{P_{serie}}$)	2
Nueva potencia pico final del sistema ($P_{pk-final}$)	8452.305 W

4.3.2. BATERÍAS

Para calcular el banco de baterías a utilizar se determina aplicando la siguiente ecuación:

$$C_T = \frac{N_{autonomia} * W_d}{T_s} \quad (21)$$

Datos

Energía promedio diaria (W_d)= 27857.5 W

Días de autonomía ($N_{autonomia}$) = 3

Tensión del sistema (T_s) = 48 V

$$C_T = \frac{3 * 27857.5 W * h}{48 V} \quad (22)$$

$$C_T = 1741.1 A.h$$

Se considera usar Batería 48V 1750Ah OPzV de marca BAE con una vida útil de 15 años a 20°C.

Considerando la capacidad y voltaje de la batería

Calcular cuantas baterías en serie para obtener 48V

$$\frac{48V}{2V} = 24 \text{ baterias en serie}$$

Al conectarlo en serie se obtiene los 48 voltios, pero la capacidad en Ah se mantiene entonces.

$$\frac{1741.1 \text{ Ah}}{1750 \text{ Ah}} = 0.99 \cong 1$$

Entonces para cumplir con la capacidad requerida, se necesita 1 grupo de 24 baterías conectadas en serie (48V), y luego estos grupos conectados en paralelo, por lo que se necesitaría un total de 24 baterías de 2V/1750Ah.

Figura 14.

Batería 48V 1750Ah OPzV BAE.



Nota: En la imagen se presenta la Batería OPzV BAE de 48 V y 1750 Ah, la cual es utilizada para el presente proyecto.

4.3.3. INVERSOR/CARGADOR/REGULADOR DE CARGA

Para seleccionar el inversor, es necesario utilizar el valor de la demanda total para calcular la potencia mínima requerida, la cual es 15496W detallado en Tabla8, se considera un factor de simultaneidad de 1.

$$P_i = Factor_{simultaneidad} * demanda_{total} kW \quad (23)$$

$$P_i = 1 * 15496 W$$

$$P_i = 15496 W$$

También se debe calcular la corriente que circula por el regulador

Se recomienda usar un margen de seguridad del 25% sobre la corriente calculada entonces.

$$I_{reg} = \frac{Potencia\ total\ de\ paneles}{voltaje\ del\ sistema} * (1 + 25\%) \quad (24)$$

$$I_{reg} = \frac{563.5W}{48V} * (1 + 25\%)$$

$$I_{reg} = 14.67 A$$

4.4. SIMULACIÓN EN EL SOFTWARE PVSYST.

4.4.1. Definición de la demanda y escenario de operación

Se partió de una carga constante de 1 161 W (24/7), equivalente a 10.17 MWh/año (considerando un consumo diario de 27857.5 W.h expresado en la tabla 8, por 365 días de año), condición que fija el requerimiento energético y la potencia mínima que debe sostener el sistema en todo momento. El sistema se configuró como “Standalone system with batteries” para suministro

continuo sin red, con fracción solar (SF) = 100 % y pérdida de carga (Loss of Load) = 0 %, validando que la combinación de campo FV y almacenamiento cubre la demanda anual sin déficit.

4.4.2. Sitio, recurso y orientación del generador FV

El proyecto se ubicó en AA.HH. Bello Amanecer (Perú), con lat. -9.14° , lon. -78.49° , altitud 86 m, huso UTC-5. Se emplearon datos meteorológicos PVGIS TMY y albedo = 0.20. La orientación del plano fue fijo, con inclinación 15° y acimut 0° (sur geográfico = 0° en PVsyst), y el modelo de transposición Perez con cielo difuso “imported/separate”. Estas elecciones determinan la irradiancia efectiva en el plano del generador y, por ende, la producción del sistema.

4.4.3. Selección del generador FV y configuración del arreglo

Se seleccionaron 16 módulos ASTRONERGY CHSM66RN(DG)/F-BH-610 de 610 Wp (base de datos original de PVsyst), para una potencia nominal instalada de 9.76 kWp. La topología de strings se definió como 2 cadenas en paralelo $\times$ 8 módulos en serie ($2 \times 8 = 16$), cumpliendo así la tensión de trabajo del controlador y del banco de baterías. A 50°C de operación, el arreglo presenta $P_{mpp} \approx 9.08$ kWp, con los parámetros eléctricos de operación informados por el software.

4.4.4. Consideraciones de diseño adoptadas en el arreglo:

Pérdidas del campo: suciedad 3 %, LID 2 %, “module quality” -0.75 % (desviación de nombreplaca), desajuste módulo 0.5 % y desajuste entre strings 0.1 %.

Cableado DC: resistencia global equivalente $10\text{ m}\Omega$, pérdida 1.5 % a STC; caída en diodo 0.7 V (0.9 %).

Modelo térmico: coeficientes $U_c = 20 \text{ W/m}^2\text{K}$ y $U_v = 0.0$, con temperatura de módulo dependiente de la irradiancia; IAM para vidrio liso ($n = 1.526$).

Estas hipótesis se reflejan en el diagrama de pérdidas y en la PR final del sistema.

4.4.5. Banco de baterías: tensión, capacidad y umbrales de operación

El almacenamiento se implementó con 24 celdas en serie BAE Secura OPzV_1750 (tecnología plomo-ácido VRLA gel), para 48 V nominales y capacidad nominal 2 070 Ah (C10), equivalente a $\approx 79.5 \text{ kWh}$ de energía almacenada. Se configuró la gestión por SOC con umbrales:

Carga (aprox.): SOC = 0.90 / 0.75, tensiones de 53.5 / 50.1 V;

Descarga (aprox.): SOC = 0.20 / 0.45, tensiones de 47.1 / 48.9 V;

SOC mínimo de descarga = 20 %.

Estos setpoints priorizan la protección y vida útil de la batería, a costa de recortes de energía cuando la batería está llena.

4.4.6. Resultados de verificación del dimensionamiento (energía y pérdidas)

El software de simulación PVsyst, contiene términos los cuales hacen referencia al análisis anual realizado, los cuales consisten en:

- GlobHor Irradiación horizontal global
- GlobEff Global efectiva, corr. para IAM y sombreados
- E_Avail Energía solar disponible
- E_Unused Energía no utilizada (batería llena)
- E_Miss Energía faltante

- E_User Energía suministrada al usuario
- E_Load Energía necesaria del usuario (Carga)
- SolFrac Fracción solar (E_{Used} / E_{Load})
- EArrMPP Energía virtual del arreglo en MPP
- EArray Energía efectiva en la salida del arreglo

Tabla 15.*Balances y principales resultados*

Mes	GlobEff (kWh/m ²)	E_Avail (kWh)	EUnused (kWh)	E_Miss (kWh)	E_User (kWh)	E_Load (kWh)	SolFrac (ratio)	EArrMPP (kWh)	EArray (kWh)
Enero	186.0	1543	594	0	864	864	1	1386	952
Febrero	169.7	1404	585	0	780	780	1	1116	833
Marzo	206.3	1702	789	0	864	864	1	1300	925
Abril	192.0	1596	713	0	836	836	1	1535	899
Mayo	195.2	1633	719	0	864	864	1	1620	928
Junio	174.0	1469	587	0	836	836	1	1556	899
Julio	180.8	1527	614	0	864	864	1	1670	928
Agosto	167.2	1414	505	0	864	864	1	1703	929
Setiembre	169.5	1426	539	0	836	836	1	1646	898
Octubre	187.7	1572	662	0	864	864	1	1702	930
Noviembre	176.7	1483	600	0	836	836	1	1501	899
Diciembre	184.0	1541	627	0	864	864	1	1445	930
ANUAL	2189.2	19309	7533	0	10170	10170	1	18178	10949

La tabla presenta el balance energético mensual obtenido del software PVsyst para un sistema fotovoltaico dimensionado. Se detallan variables como los distintos flujos energéticos del sistema: energía disponible del generador (E_Avail), energía no utilizada (EUnused), energía entregada al usuario (E_User), energía demandada por la carga (E_Load) y la fracción solar (SolFrac), que indica que el 100% de la demanda es cubierta por la energía solar en todos los meses.

También se incluyen los valores EArrMPP y EArray, que representan la energía del arreglo FV al punto de máxima potencia y la energía final entregada por el arreglo después de pérdidas. Se observa que no hay déficit de energía (E_Miss = 0), lo cual indica que el sistema ha sido sobredimensionado para cubrir completamente la carga anual de 10,170 MWh, aunque con un excedente considerable (EUnused) que en promedio supera el 30% de la energía generada. En resumen, el sistema garantiza autonomía total durante todo el año, pero deja evidencia de un potencial desaprovechamiento de energía que podría optimizarse o destinarse a almacenamiento o inyección a red.

4.5. COSTOS DEL PROYECTO:

Con el fin de ejecutar la instalación fotovoltaica planteada, es necesario identificar todos los costos asociados al proyecto, abarcando componentes, suministros, labores de instalación, entre otros.

Entre los elementos principales se consideran:

- Módulos fotovoltaicos
- Estructuras de soporte
- Inversor
- Banco de baterías
- Cableado eléctrico
- Elementos de protección y accesorios eléctricos
- Actividades de montaje e instalación

En la Tabla 15 se presenta una estimación del costo de estos componentes, como parte de una ingeniería básica de referencia. En dicha estimación se contemplan los costos de transporte (hasta territorio peruano), así como los gastos relacionados con procesos de nacionalización o aduanas, según corresponda. Todo esto de manera estimada, debido a que el precio del transporte (flete terrestre) no está parametrizado o estandarizado en la región.

Tabla 16.*Costos de componentes para el sistema fotovoltaico*

Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario (US\$)	Coste Total (US\$)
Módulos fotovoltaicos ASTRONERGY Panel Solar Bifacial 610W	Piezas	16	180	2,880.00
Estructura para 8 Paneles de 30-45mm Coplanar	Global	2	260.00	520.00
Inversor Trifásico 10kW 380V MUST PH30-10048-T	Piezas	1	4,000.00	4,000.00
Banco de baterías OPzV 2V/1750Ah (24)	Banco	2	11,112.48	22,224.96
Cableado eléctrico (CC y CA)	Global	1	1,000.00	1,000.00
Protecciones y accesorios eléctricos	Global	1	1,200.00	1,200.00
Montaje e instalación	Global	1	2,500.00	2,500.00
Contingencia (zona de difícil acceso 10%)	Global			3,432.50
TOTAL ESTIMADO				37,757.46

Para la elaboración del presupuesto del sistema fotovoltaico aislado se recurrió a diversas fuentes de información con el fin de obtener valores de referencia realistas y acordes al mercado actual. Los precios de los módulos fotovoltaicos ASTRONERGY Panel Solar Bifacial de 610 W, así como y las estructuras de soporte coplanares para 8 paneles, fueron tomados del portal comercial Autosolar, distribuidor especializado en soluciones fotovoltaicas a nivel internacional.

Por otro lado, el costo de las baterías estacionarias OPzV 2 V / 1750 Ah se obtuvo del catálogo de la empresa Solarcomponents, dedicada a la importación y distribución de acumuladores de ciclo profundo para aplicaciones fotovoltaicas y para el Inversor/Cargador modelo PH30-10048-T de la marca Must, el cual obtuvimos el coste de equipo del catálogo del proveedor SOLARIX

Finalmente, los valores correspondientes a cableado eléctrico (CC y CA), protecciones y accesorios eléctricos, así como las actividades de montaje e instalación, se determinaron a partir

de una estimación de costos de ingeniería básica de referencia, considerando experiencias previas en proyectos similares, el costo promedio de materiales eléctricos en el mercado peruano y los requerimientos de mano de obra calificada.

Se incorporó además un 10 % de contingencia, justificado por la dificultad de acceso a la zona de implementación, donde los costos de transporte terrestre y fluvial no se encuentran estandarizados y pueden variar significativamente.

Para la formulación del OPEX del sistema fotovoltaico off-grid, se adopta la práctica común de estimarlo como el 1 % del CAPEX, tal como señalan estudios internacionales sobre costos de operación y mantenimiento en proyectos solares (Vartiainen et al., 2019). Este valor incluye de manera referencial actividades de mantenimiento, monitoreo y servicios básicos asociados al funcionamiento del sistema.

Tabla 17.
Costos operativos del Sistema fotovoltaico

COSTOS OPERATIVOS	Mantenimiento			
	Provisión para el reemplazo	U\$\$/ANUAL	0.30%	113.27
	Limpieza	U\$\$/ANUAL	0.40%	151.03
	Reparaciones	U\$\$/ANUAL	0.20%	75.51
	Fondo de seguridad	U\$\$/ANUAL	0.20%	75.51
TOTAL				415.33

4.6.FACTIBILIDAD ECONÓMICA:

Primero requerimos la tasa mínima a la cual se puede ofertar la energía producida, por ende hallaremos el LCOE (costo nivelado de la energía) del proyecto en general, el cual se rige por la siguiente fórmula, según (Barros Benjumea et al., 2024)

$$LCOE = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{CAPEX_t \pm OPEX_t \pm V_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{E_t}{(1+r)^t}} \quad (25)$$

Donde:

CAPEX: Costos capitales

OPEX: Costos de operación y mantenimiento

V: Costos variables

E_t : Producción total de energía en el tiempo de vida del proyecto

r: Es la tasa de descuento

t: Es el periodo de valor estimado

T: Tiempo de vida del proyecto

Tabla 18.

Cálculo de LCOE

Tasa	10%	
Energía aprovechable	92231.30	kWh
Costo inicial	37757.46	US\$
Opex (todos los años)	3889.55	US\$
Tiempo	20	Años
LCOE	0.45	US\$/kWh
	451.55	US\$/MWh

Siendo este valor el mínimo viable para poder ofertar la energía producida, Además calcularemos el VAN y TIR para evaluar la rentabilidad del proyecto, para este caso NO considerando costes

por instalación de redes de distribución primaria y secundaria, sino centrándose solo en la venta de energía (con la tasa obtenida del LCOE).

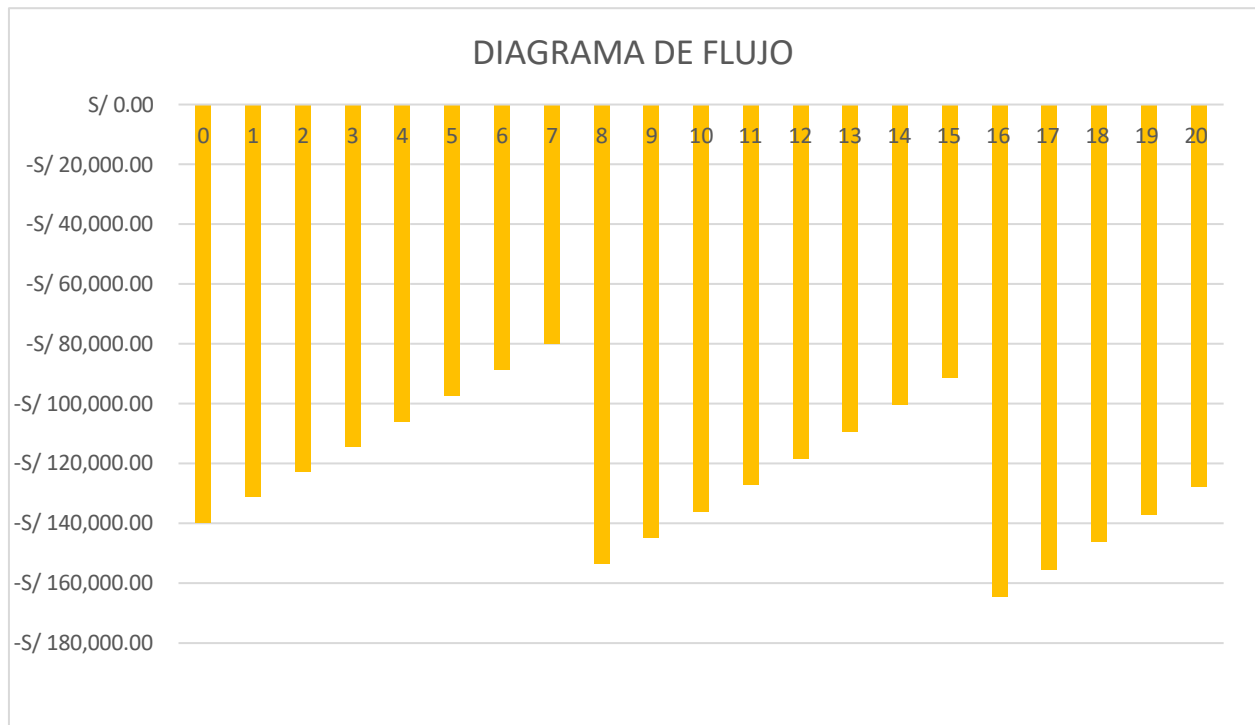
Tabla 19.

Análisis económico de alternativa planteada

t	8%			
Año	Sistema Fotovoltaico (A)	Tarifa convencional (B)	A-B	Diagrama de flujo
0	-S/ 139,702.59		-S/ 139,702.59	-S/ 139,702.59
1	-S/ 1,536.73	-S/ 9,921.70	S/ 8,384.97	-S/ 131,317.62
2	-S/ 1,536.73	-S/ 9,966.10	S/ 8,429.37	-S/ 122,888.24
3	-S/ 1,536.73	-S/ 10,010.80	S/ 8,474.07	-S/ 114,414.17
4	-S/ 1,536.73	-S/ 10,055.70	S/ 8,518.97	-S/ 105,895.20
5	-S/ 1,536.73	-S/ 10,100.80	S/ 8,564.07	-S/ 97,331.13
6	-S/ 1,536.73	-S/ 10,146.20	S/ 8,609.47	-S/ 88,721.66
7	-S/ 1,536.73	-S/ 10,191.80	S/ 8,655.07	-S/ 80,066.59
8	-S/ 83,769.08	-S/ 10,237.60	-S/ 73,531.48	-S/ 153,598.07
9	-S/ 1,536.73	-S/ 10,283.60	S/ 8,746.87	-S/ 144,851.20
10	-S/ 1,536.73	-S/ 10,329.90	S/ 8,793.17	-S/ 136,058.02
11	-S/ 1,536.73	-S/ 10,376.40	S/ 8,839.67	-S/ 127,218.35
12	-S/ 1,536.73	-S/ 10,423.10	S/ 8,886.37	-S/ 118,331.98
13	-S/ 1,536.73	-S/ 10,470.10	S/ 8,933.37	-S/ 109,398.61
14	-S/ 1,536.73	-S/ 10,517.30	S/ 8,980.57	-S/ 100,418.04
15	-S/ 1,536.73	-S/ 10,564.70	S/ 9,027.97	-S/ 91,390.07
16	-S/ 1,536.73	-S/ 10,612.40	S/ 9,075.67	-S/ 164,546.75
17	-S/ 1,536.73	-S/ 10,660.30	S/ 9,123.57	-S/ 155,423.18
18	-S/ 1,536.73	-S/ 10,708.50	S/ 9,171.77	-S/ 146,251.40
19	-S/ 1,536.73	-S/ 10,756.90	S/ 9,220.17	-S/ 137,031.23
20	-S/ 1,536.73	-S/ 10,805.50	S/ 9,268.77	-S/ 127,762.46
VAN	-S/ 199,217.99	-S/ 100,564.28		
				VNA= -S/ 122,656.56

Nota: Con los resultados de esta tabla podemos comparar ambas alternativas, la primera empleando el sistema fotovoltaico planteado en el AA. HH Bello Amanecer y lo que supondría un costo por una tarifa residencial, siendo que la segunda opción es la más recomendada debido a que la alternativa con sistema fotovoltaico es menos rentable que la mencionada

Figura16: *Diagrama de flujo*



V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Se determinó que la demanda energética total del AA.HH. Bello Amanecer es de 15,469 W con un consumo diario de 27,857.5 Wh, considerando una proyección a 15 años con una tasa de crecimiento poblacional del 1.18% correspondiente al departamento de Ancash. Esta demanda contempla tres componentes fundamentales: 25 viviendas con un consumo de 19,400 Wh/día, espacios comunitarios con 897.5 Wh/día, y alumbrado público con 7,560 Wh/día. El análisis reveló que el alumbrado público representa el (27.1%) de consumo energético, las viviendas residenciales (69.6%) y los espacios comunitarios (3.3%). La proyección demográfica permitió anticipar el crecimiento de 20 a 25 viviendas en el horizonte de 15 años, asegurando que el dimensionamiento del sistema contemple las necesidades futuras de la población y evite sub-dimensionamientos que comprometan el suministro eléctrico.

El dimensionamiento del sistema fotovoltaico determinó una potencia pico óptima de 8,353.79 Wp, considerando las condiciones de irradiación solar del sitio y los rendimientos estándar de los equipos. Se diseñó un arreglo fotovoltaico compuesto por 16 paneles solares bifaciales ASTRONERGY de 610 Wp cada uno, configurados en 2 cadenas en serie de 8 módulos en paralelo, alcanzando una potencia instalada final de 9.76 kWp. Los datos meteorológicos de la NASA indicaron una irradiación solar promedio de 5.28 kWh/m²/día, con variaciones entre 3.78 kWh/m²/día (julio) y 6.29 kWh/m²/día (enero), y una temperatura ambiente promedio de 20.18°C. El sistema de almacenamiento se dimensionó con 24 baterías OPzV BAE de 2V/1750Ah conectadas en serie para obtener 48V nominales y una capacidad total de 79.5 kWh, garantizando 3 días de autonomía energética.

La evaluación del sistema mediante simulación en el software PVsyst validó la viabilidad técnica del diseño propuesto, confirmando una fracción solar del 100% y cero pérdidas de carga durante todo el año. El sistema genera una energía anual disponible de 17,592 kWh, de los cuales 10,170 kWh son suministrados efectivamente al usuario, cubriendo completamente la demanda proyectada. Se identificó un excedente de energía no utilizada de 6,973 kWh anuales (39.6% de la energía disponible), resultado del sobredimensionamiento preventivo para garantizar el suministro continuo incluso en condiciones desfavorables. El análisis de pérdidas del sistema mostró una eficiencia global aceptable, con pérdidas por temperatura del módulo, desajuste de cadenas y conversión del inversor dentro de los rangos esperados. El Performance Ratio (PR) del sistema se encuentra dentro de los estándares internacionales para sistemas fotovoltaicos aislados. La evaluación confirmó que el sistema tiene la capacidad técnica de proveer energía eléctrica de manera confiable, sostenible y continua al AA.HH. Bello Amanecer, cumpliendo con los requerimientos de suministro las 24 horas del día durante los 365 días del año.

El análisis económico determinó que el sistema fotovoltaico requiere una inversión inicial (CAPEX) de US\$ 37,757.46, que incluye módulos fotovoltaicos, estructuras de soporte, inversor, banco de baterías, cableado, protecciones y costos de instalación, con un 10% adicional de contingencia por dificultad de acceso a la zona. Los costos operativos anuales (OPEX) se establecieron en US\$ 415.33, equivalentes al 1.1% del CAPEX, contemplando mantenimiento preventivo, limpieza de paneles, reparaciones y fondo de seguridad. El costo nivelado de energía (LCOE) calculado fue de 0.45 US/kWh, representando el precio mínimo al cual debería ofertarse la energía para recuperar la inversión. Además la evaluación financiera a 20 años, comparando el sistema fotovoltaico con la tarifa residencial convencional, arrojó un Valor Actual Neto (VAN) negativo de -S/ 122,656.56 con una tasa de descuento del 8%, indicando que la alternativa de

conexión a la red eléctrica convencional resulta económicamente más favorable. A pesar de la no viabilidad económica en términos estrictamente financieros, el sistema fotovoltaico ofrece beneficios intangibles significativos como autonomía energética total, independencia de la red convencional, eliminación de emisiones de CO₂ durante la operación, y provisión de energía eléctrica en una zona de difícil acceso donde la extensión de la red convencional podría resultar técnicamente compleja o económicamente inviable para la empresa distribuidora.

5.2.RECOMENDACIONES

Se recomienda considerar la instalación de un sistema de seguimiento solar (tracker) de uno o dos ejes para incrementar la captación de irradiación solar hasta en un 25-35%, lo cual permitiría reducir el número de paneles necesarios o bien aumentar la energía disponible para futuros crecimientos de la demanda. Es fundamental implementar un programa de mantenimiento preventivo riguroso que incluya limpieza periódica de los paneles solares cada 2-3 meses, especialmente en la temporada de menor irradiación, para minimizar las pérdidas por suciedad que actualmente se estiman en 3%.

Se sugiere evaluar la incorporación de paneles solares con mayor eficiencia (superior al 22.6% actual) en futuras ampliaciones del sistema, considerando los avances tecnológicos en células fotovoltaicas de nueva generación como las de tipo TOPCon o HJT. Respecto al sistema de almacenamiento, se recomienda implementar un sistema de gestión inteligente de baterías (BMS avanzado) que permita monitorear en tiempo real parámetros críticos como estado de carga (SOC), estado de salud (SOH), temperatura y voltaje de cada celda, prolongando así la vida útil del banco de baterías.

Adicionalmente, se sugiere evaluar la viabilidad técnico-económica de incorporar baterías de ion-litio en reemplazo de las baterías de plomo-ácido OPzV en futuras renovaciones, considerando su mayor eficiencia (95% vs 85%), mayor profundidad de descarga permisible y menor necesidad de mantenimiento.

Se recomienda implementar un sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) o plataforma de monitoreo remoto que permita supervisar en tiempo real los parámetros operativos del sistema fotovoltaico, incluyendo generación instantánea, estado de las baterías, consumo de carga, alarmas y fallas, facilitando la toma de decisiones operativas y el mantenimiento predictivo. Es fundamental establecer un protocolo de gestión del excedente energético de 6,973 kWh anuales identificado en la simulación, evaluando alternativas como: incorporación de nuevas cargas comunitarias (bombeo de agua, sistemas de refrigeración comunitarios, talleres productivos), implementación de un sistema de almacenamiento térmico para calentamiento de agua sanitaria, o bien redistribución a viviendas cercanas mediante una microred. Se sugiere realizar mediciones in situ de los parámetros reales de irradiación solar mediante una estación meteorológica local instalada en el AA.HH., durante al menos un año completo, para validar y ajustar los datos provenientes de la NASA y optimizar el modelo de simulación en PVsyst.

Se recomienda explorar esquemas alternativos de financiamiento que mejoren la viabilidad económica del proyecto, tales como: fondos de electrificación rural del Ministerio de Energía y Minas (MINEM), programas de cooperación internacional orientados a energías renovables o alianzas público-privadas con empresas del sector energético bajo esquemas de responsabilidad social empresarial.

Se sugiere evaluar la implementación del proyecto en modalidad de generación distribuida con inyección de excedentes a la red eléctrica convencional (cuando se apruebe la ejecución de la misma en un futuro), lo cual permitiría monetizar el excedente energético y mejorar el VAN del proyecto.

Es fundamental realizar un análisis de sensibilidad del LCOE considerando diferentes escenarios de reducción de costos de inversión (proyección de disminución de precios de paneles y baterías en los próximos años), incremento de tarifas eléctricas convencionales, y valorización de externalidades ambientales positivas (bonos de carbono por reducción de emisiones de CO₂). Se recomienda evaluar un modelo de gestión comunitaria mediante una cooperativa eléctrica o asociación de usuarios que administre el sistema, establezca tarifas diferenciadas por tipo de usuario (residencial, comercial, alumbrado público), y genere un fondo rotatorio para el reemplazo futuro de componentes, asegurando la sostenibilidad económica y social del proyecto.

Finalmente, se sugiere documentar exhaustivamente el proyecto como caso de estudio replicable en otros asentamientos humanos de características similares en la región Ancash y a nivel nacional, contribuyendo al desarrollo de políticas públicas de electrificación rural con energías renovables.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

SENAMHI. (2020). *Estudio sobre la radiación solar en el territorio peruano*. Lima.

https://www.senamhi.gob.pe/pdf/Atlas%20_de_Radiacion_Solar.pdf

1Library. (s.f.). *Difusion de resultados: radiacion solar en chimbote*. <https://1library.co>

Aguila, M. (Enero de 2011). *Esquema de radiacion solar*.

https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Esquema-de-radiacion-solar-directa-y-difusa-Fuente-Imagen-extraida-desde_fig1_303857438

Autosolar. (Mayo de 2025). *Panel solar bifacial 610 W*. [https://autosolar.pe/paneles-solares-](https://autosolar.pe/paneles-solares-24v/panel-solar-bifacial-610w-astronergy?srsId=AfmBOorYcRv1AQ2eXtASjV4LrRXTj5IAwDPvyeBgj0nkg0GEGgTA3aTy)

[24v/panel-solar-bifacial-610w-](https://autosolar.pe/paneles-solares-24v/panel-solar-bifacial-610w-astronergy?srsId=AfmBOorYcRv1AQ2eXtASjV4LrRXTj5IAwDPvyeBgj0nkg0GEGgTA3aTy)

[astronergy?srsId=AfmBOorYcRv1AQ2eXtASjV4LrRXTj5IAwDPvyeBgj0nkg0GEGgTA3aTy](https://autosolar.pe/paneles-solares-24v/panel-solar-bifacial-610w-astronergy?srsId=AfmBOorYcRv1AQ2eXtASjV4LrRXTj5IAwDPvyeBgj0nkg0GEGgTA3aTy)

Cayotopa, J. (2019). *Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico aislado para electrificar al*

caserío Flor del Valle en Yambrasbamba provincia de Bongará departamento de

Amazonas. Lambayeque. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/7996>

Duffie, J., & Beckman, W. (2013). *Solar Engineering of Thermal Processes*. United Stated.

[https://www.sku.ac.ir/Datafiles/BookLibrary/45/John%20A.%20Duffie,%20William%20](https://www.sku.ac.ir/Datafiles/BookLibrary/45/John%20A.%20Duffie,%20William%20A.%20Beckman(auth.)-Solar%20Engineering%20of%20Thermal%20Processes,%20Fourth%20Edition%20(2013).pdf)

[A.%20Beckman\(auth.\)-](https://www.sku.ac.ir/Datafiles/BookLibrary/45/John%20A.%20Duffie,%20William%20A.%20Beckman(auth.)-Solar%20Engineering%20of%20Thermal%20Processes,%20Fourth%20Edition%20(2013).pdf)

[Solar%20Engineering%20of%20Thermal%20Processes,%20Fourth%20Edition%20\(2013\).pdf](https://www.sku.ac.ir/Datafiles/BookLibrary/45/John%20A.%20Duffie,%20William%20A.%20Beckman(auth.)-Solar%20Engineering%20of%20Thermal%20Processes,%20Fourth%20Edition%20(2013).pdf)

Dulces, O. & Gomes, A. (2022). *Diseño de un Sistema Energético Alternativo Para la Hacienda*

La Siberia, Mediante el Aprovechamiento Fotovoltaico. Bucaramanga.

<https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/edd373f9-75b3-48b8-80f6-2b7ff8a4f93b>.

Editorial, t. (24 de abril de 2024). Paneles solares bifaciales: Características y funcionamiento.

<https://biblus.accasoftware.com/es/paneles-solares-bifaciales-caracteristicas-y-funcionamiento/>.

Eligenio. (2024). ¿Qué es un sistema eléctrico?. [https://eligenio.com/es/glosario/sistema-](https://eligenio.com/es/glosario/sistema-electrico/#:~:text=Un%20sistema%20el%C3%A9ctrico%20es%20un,de%20manera%20eficiente%20y%20segura)

[electrico/#:~:text=Un%20sistema%20el%C3%A9ctrico%20es%20un,de%20manera%20eficiente%20y%20segura](https://eligenio.com/es/glosario/sistema-electrico/#:~:text=Un%20sistema%20el%C3%A9ctrico%20es%20un,de%20manera%20eficiente%20y%20segura)

Enel. (08 de Febrero de 2023). La electricidad en el centro de un sistema energético integrado.

<https://www.enel.com/es/nuestra-compania/historias/articles/2023/02/electricidad-sistemas-energeticos-integrados>

Energy, I. (2013). *Photovoltaics: Design and Installation Manua*.

Fernández, H. A. (2022). *Diseño e implementación de sistemas con energías renovables para el suministro eléctrico en la localidad 28 de Julio ubicado en el distrito de Emilio San Martin, Requena-Loreto. Requena*.

<https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/10790>

Flores, M. (2023). *Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para abastecer energía eléctrica a los pabellones de la Institución Educativa Betesda School Moquegua 2023. Trujillo*.

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_231979ebd719749b1763515a9f73572
e

- Genera tu luz . (s.f.). Generatuluz. <https://www.generatuluz.com/tu-propia-instalacion-aislada/controladores-carga/funciones-regulador-solar-pwm>
- Hilcu, M. (2021). PLACAS SOLARES MONOCRISTALINOS. <https://www.otovo.es/blog/placas-solares/placas-solares-monocristalinas/#:~:text=La%20tecnolog%C3%ADa%20monocristalina%20hace%20referencia,en%20serie%20y%20en%20paralelo.>
- Holguín, W. (2019). DESARROLLO DE PROYECTO PV USANDO EL SOFTWARE HOMER PRO. Lima. <https://repositorio.itm.edu.co/entities/publication/6c96d3da-70b0-476b-a89c-1a32eccabaa6>.
- Iberdrola. (2020). Disponibilidad y eficiencia: las claves para asegurar un sistema energético flexible. <https://www.iberdrola.com/innovacion/flexibilidad-sistema-electrico>.
- IGBAL, M. (1983). Scientific research. Introducción a la radiación solar. Academic Press, Toronto. scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1575650
- Jacobson, J. A. (2012). Ingeniería Eléctrica: Principios y Aplicaciones .
- Jeri J & Sacha, G. (2017). Sistema fotovoltaica conectada a la red. Lima.
- Lamjachi, J. (2021). Diseño de un sistema eléctrico híbrido para una vivienda residencial. Huancayo . <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/9879>
- Linden, D., & Thomas, R. (2002). Handbook of Batteries. New York: Third edition. <https://dl.icdst.org/pdfs/files/b334382400c223631bea924f87b0a1ba.pdf>

- Martinez M, A. V., & Mora A, B. C. (2022). *Diseño e implementación de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica en vivienda en zona rural donde no llega el tendido eléctrico situado en el golfo de Guayaquil - comunidad masa 2)*”. Guayaquil.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22810/1/UPS-GT003826.pdf>
- Ministerio de Energia y Minas del Perú (MINEM). (2021). *Atlas de Energía Solar del Perú*. Lima: Dirección General de Electrificación Rural.
- Montoya, G. (2019). *Dimensionamiento y selección de un sistema fotovoltaico con el software homer como alternativa para generar energía eléctrica en el caserío nuevo retiro en cumba - utcubamba- Amazonas*. Lambayeque.
<https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/7898>
- Pepeenergy. (2024). *Pepeneergy. ¿Qué es el consumo eléctrico?:*
<https://www.pepeenergy.com/blog/glosario/definicion-consumo-electrico/>
- Pérez-Estebáñez, M. (Enero de 2009). *Esquema de una batería de ion litio*.
https://www.researchgate.net/figure/Figura-5-Esquema-de-una-bateria-de-ion-litio_fig1_41058474.
- Repsol. (2024). *Beneficios de la eficiencia energetica*.
<https://www.repsol.com/es/sostenibilidad/ejes-sostenibilidad/cambio-climatico/eficiencia-energetica/que-es-la-eficiencia-energetica/index.cshtml#:~:text=El%20concepto%20de%20uso%20eficiente,impactos%20ambientales%20asociados%20a%20ella>.

Soler, J. (2009). *Funcionamiento de una batería de plomo-ácido*.

<https://www.researchgate.net/figure/Figura-4-Funcionamiento-bateria-Plomo-Acido->

[Frente-Soler-2009_fig1_333641870](https://www.researchgate.net/figure/Figura-4-Funcionamiento-bateria-Plomo-Acido-).

Sotysolar. (31 de 03 de 2023). *Panel Solar Policristalino*. <https://sotysolar.es/blog/placas-solares/policristalinas>

Sunika, K., Kumar, G., Pryma, N., & Verma, J. (2017). *Diagrama de bloques del inversor solar*.

https://www.researchgate.net/figure/Block-diagram-of-the-solar-inverter_fig1_31726314

Solarix. (2025). *Inversor Trifásico 10kW 380V MUST PH30-10048-T*.

<https://solarix.pe/producto/inversor-trifasico-10kw-380v-must-ph30-10048-t/>

Vilmar, A. (2022). *Diseño de un sistema fotovoltaico como fuente distribuida en el campus de la*

UCSG. Guayaquil. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/18043/1/T-UCSG-PRE->

[TEC-IELE-3.pdf](http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/18043/1/T-UCSG-PRE-)

Wang, L., & Lee, S. (2020). *Lithium-ion battery technology for electric vehicles*. *Journal of*

Power Sources. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2020.228785>.

VII. ANEXOS

ANEXO 1:

Presupuesto analítico de bienes

Genérica	Partida específica	Objetivo del gasto	
2.3	2.3.1.1.1.1	Alimentos y bebidas para consumo humano	S/. 1800
	2.3.1.5.1.2	Papelería en general, útiles y materiales de oficina	S/. 300
	2.3.1.5.4.1	Electricidad	S/. 600

ANEXO 2:

Presupuesto analítico de servicios.

Genérica	Partida específica	Objetivo del gasto	
	2.3.2.1.2.1	pasajes y gastos de transporte	S/. 600
	2.3.2.2.2.1	Servicio de telefonía móvil	S/. 360
	2.3.2.2.2.3	Servicio de internet	S/. 360

ANEXO 3:

Presupuestos analíticos detallado de los 4 meses

Código	Descripción	Dic	Ene	Feb	Mar	Total
2.3.1.1.1.1	Alimentos y bebidas para consumo humano	400	400	400	400	S/. 1600
2.3.1.5.1.2	Materiales para escritorio	50	50	100	50	S/. 250
2.3.1.5.4.1	Electricidad	100	150	150	100	S/. 400
2.3.2.1.2.1	pasajes y gastos de transporte	150	150	100	100	S/. 400
2.3.2.2.2.1	Servicio de telefonía móvil	80	80	80	60	S/. 300
2.3.2.2.2.3	Servicio de internet	100	80	60	60	S/. 300
TOTAL						S/.3150

ANEXO 4:

Datos de radiación solar en AA.HH. Bello Amanecer - Nuevo Chimbote

PARAMETER	YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	ANN
KY_SFC_SW_	2000.00	6.23	6.09	5.86	5.36	4.68	2.99	3.18	3.97	4.99	5.75	6.30	5.93	5.11
KY_SFC_SW_	2001.00	5.78	6.11	5.84	5.34	4.05	3.04	3.40	3.68	4.75	5.44	6.04	6.38	4.99
KY_SFC_SW_	2002.00	6.75	5.73	6.02	5.50	5.53	4.02	3.67	3.68	4.84	5.38	5.94	6.27	5.28
KY_SFC_SW_	2003.00	6.09	6.19	6.30	5.78	4.43	4.30	4.18	4.37	4.71	5.93	6.57	6.03	5.41
KY_SFC_SW_	2004.00	6.66	6.00	6.28	5.93	4.57	3.74	3.69	4.40	4.75	6.14	6.27	6.44	5.41
KY_SFC_SW_	2005.00	6.47	6.15	5.77	6.01	4.46	3.80	3.77	4.24	4.32	5.17	5.66	6.18	5.17
KY_SFC_SW_	2006.00	6.41	6.14	5.82	5.44	5.23	3.45	3.78	4.18	5.17	5.65	6.27	6.17	5.31
KY_SFC_SW_	2007.00	6.26	6.45	5.82	5.46	5.27	3.59	3.54	3.66	4.43	5.03	5.88	6.14	5.13
KY_SFC_SW_	2008.00	5.69	6.24	5.88	5.57	4.49	3.12	3.69	3.64	4.88	5.48	5.68	6.37	5.06
KY_SFC_SW_	2009.00	6.00	5.92	5.64	5.74	4.70	3.34	3.39	3.96	4.44	5.43	5.33	5.46	4.94
KY_SFC_SW_	2010.00	5.78	5.80	6.14	5.78	4.54	4.22	3.74	3.73	4.50	5.61	6.33	6.09	5.19
KY_SFC_SW_	2011.00	6.07	5.92	5.73	5.38	4.95	3.89	3.60	3.91	4.87	5.86	6.40	6.07	5.22
KY_SFC_SW_	2012.00	6.51	6.42	6.10	5.93	5.17	4.03	4.05	4.27	5.14	5.67	6.07	6.13	5.46
KY_SFC_SW_	2013.00	6.87	6.06	5.71	5.36	4.82	3.72	3.74	4.09	5.07	5.38	5.93	6.64	5.28
KY_SFC_SW_	2014.00	6.11	6.20	5.68	5.73	4.47	3.88	3.73	3.99	5.14	5.70	6.11	6.33	5.26
KY_SFC_SW_	2015.00	6.78	6.09	6.19	6.02	4.74	3.89	3.98	4.26	5.46	5.59	5.45	5.49	5.33
KY_SFC_SW_	2016.00	6.18	6.03	6.26	5.61	5.04	4.62	4.40	4.44	5.10	6.32	6.92	6.78	5.64
KY_SFC_SW_	2017.00	6.07	6.53	5.93	5.98	4.76	4.24	3.96	4.34	4.36	5.64	6.11	6.22	5.34
KY_SFC_SW_	2018.00	6.47	6.29	5.69	5.67	4.66	3.55	3.61	4.01	4.95	6.13	6.03	6.48	5.30
KY_SFC_SW_	2019.00	6.21	6.27	6.33	5.79	4.57	3.93	4.09	4.08	4.83	5.67	6.00	6.19	5.33
KY_SFC_SW_	2020.00	6.59	6.47	6.49	6.01	4.95	3.83	3.93	4.73	4.74	5.68	6.52	5.88	5.49
KY_SFC_SW_	2021.00	6.32	6.50	6.24	5.55	4.24	3.23	3.44	3.76	4.36	5.58	5.96	6.58	5.15
KY_SFC_SW_	2022.00	6.21	5.74	6.01	5.14	5.20	4.49	4.11	4.06	4.51	5.75	6.00	6.38	5.30
KY_SFC_SW_	2023.00	6.23	6.00	6.07	5.69	4.75	4.43	4.10	4.68	5.85	5.97	6.12	6.47	5.53
KY_SFC_SW_	2024.00	6.56	6.54	6.35	5.67	4.18	3.95							
PROMEDIO		6.29	6.16	6.01	5.66	4.74	3.81	3.78	4.09	4.84	5.66	6.08	6.21	5.28

ANEXO 5:

Datos de radiación solar en AA.HH. Bello Amanecer - Nuevo Chimbote

T2M	2000	22.26	23.29	23.13	21.22	19.33	19.09	18.34	18.1	17.83	18.22	18.37	20.72	19.99
T2M	2001	21.77	23.02	23.59	21.77	18.98	18.78	18.35	17.74	16.62	16.85	18.33	19.51	19.61
T2M	2002	21.43	23.49	24.97	22.43	21.41	18.68	18.27	18.44	18.1	18.71	19.88	21.64	20.62
T2M	2003	23.19	24.24	23.61	20.99	19.61	18.84	18.17	18.08	17.43	18.41	19.74	21.52	20.32
T2M	2004	22.9	23.85	22.76	21.65	19.19	17.88	17.48	17.47	18.02	18.33	19.9	20.83	20.02
T2M	2005	22.91	22.81	22.65	21.6	19.75	18.38	17.91	17.24	17.24	17.11	18.33	20.52	19.7
T2M	2006	22.49	23.89	22.63	20.54	19	18.9	18.79	18.51	18.01	18.61	19.71	20.61	20.14
T2M	2007	23.14	24.17	23.09	20.65	18.14	17.01	17.1	16.05	16.22	16.45	17.77	19.62	19.12
T2M	2008	22.45	23.26	24.22	20.91	19.02	19.07	18.99	18.41	18.36	17.79	18.34	20.43	20.1
T2M	2009	22.43	23.97	23.22	21.64	19.95	19.18	18.76	18	17.86	18.08	19.24	21.21	20.29
T2M	2010	23.35	24.46	23.5	21.82	20.14	18.13	16.93	16.5	16.73	16.98	18.12	19.81	19.71
T2M	2011	21.53	23.38	22.89	21.05	20.19	19.41	18.17	17	16.76	17.45	18.78	20.11	19.73
T2M	2012	21.91	23.79	23.25	23.17	21.62	20.93	19.32	18.42	18.32	18.55	19.53	20.72	20.79
T2M	2013	21.93	23.38	22.64	20.11	19.22	17.83	17.12	16.88	17.27	17.33	18.64	20.67	19.42
T2M	2014	22.81	23.1	23.14	21.14	21.92	20.86	18.65	18.29	17.9	18.52	19.47	20.42	20.52
T2M	2015	21.86	23.75	23.64	22.21	22.18	21.52	19.79	19.04	19.38	19.8	20.37	22.04	21.3
T2M	2016	23.52	24.77	24.22	22.41	20.61	19.27	18.63	18.62	18.37	18.86	19.61	20.87	20.81
T2M	2017	23.23	25.84	26.23	23.06	21.28	19.45	18.76	17.9	17.42	17.66	18.27	20.15	20.77
T2M	2018	21.5	22.67	22.08	21.08	19.27	18.37	18.15	17.63	17.68	18.55	19.74	21.61	19.86
T2M	2019	23.25	25.26	23.48	22.06	20.7	18.91	17.77	17.18	17.32	17.82	19.39	21.42	20.38
T2M	2020	22.91	23.74	24.06	22.06	20.58	18.32	16.99	16.81	16.86	17.87	18.45	20.31	19.91
T2M	2021	22.01	23.23	23.87	20.33	19.39	19.03	18.64	17.88	16.86	17.06	18.4	19.76	19.71
T2M	2022	21.53	22.03	22.58	19.64	18.01	17.24	16.91	16.66	16.47	16.53	18.39	20.59	18.88
T2M	2023	21.83	23.83	25.29	25.47	23.45	22.52	22.1	21.35	20.59	20.11	20.53	21.68	22.4
T2M	2024	23.72	25.05	23.89	22.08	19.51	18.64	18.12	17.7	17.31	18.47	19.57	20.27	20.36
PROMEDIO		22.47	23.77	23.55	21.64	20.10	19.05	18.33	17.84	17.64	18.00	19.07	20.68	20.18

ANEXO 6:

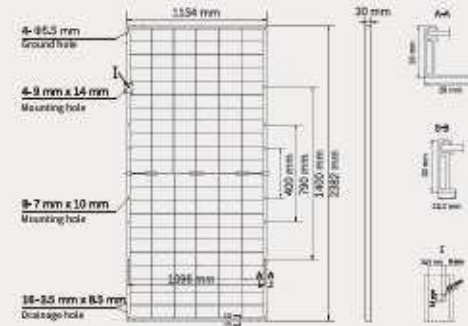
Ficha Técnica de panel Astroenergy 610 Wp Bifacial

605~630W	0~+3%	23.3%	≤ 1.0%	≤ 0.4%
POWER RANGE	POWER SORTING	MAX. MODULE EFFICIENCY	FIRST YEAR POWER DEGRADATION	YEAR 1-30 POWER DEGRADATION

Mechanical Specifications

Outer dimensions (L x W x H)	2382 x 1134 x 30 mm
Cell type	n-type mono-crystalline
No. of cells	132 (6*22)
Frame technology	Aluminum, silver anodized
Front / Back glass	2.0+2.0 mm
Cable length (including connector)	Portable: (+) 350 mm, (-) 250 mm; Customized length
Cable diameter (IEC/UL)	4 mm ² / 12 AWG
Maximum mechanical test load	5400 Pa (front) / 2400 Pa (back)
Connector type (IEC/UL)	HC840 (Standard) / MC4-EVO2A (Optional)
Module weight	32.8 kg
Packing unit	36 pcs / box
Weight of packing unit (for 40' HQ container)	1231 kg
Modules per 40' HQ container	720 pcs (Subject to sales contract)

① Refer to Astroenergy crystalline installation manual or contact technical department.
Maximum Mechanical Test Load=1.5×Maximum Mechanical Design Load.



Electrical Specifications

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25° C, AM=1.5

Rated output (Pmpp / Wp)	605	610	615	620	625	630
Rated voltage (Vmpp / V)	41.18	41.31	41.43	41.56	41.69	41.82
Rated current (Impp / A)	14.69	14.77	14.84	14.92	14.99	15.07
Open circuit voltage (Voc / V)	48.59	48.74	48.89	49.04	49.19	49.34
Short circuit current (Isc / A)	15.86	15.94	16.02	16.11	16.19	16.27
Module efficiency	22.4%	22.6%	22.8%	23.0%	23.1%	23.3%

NMOT: Irradiance 800W/m², Ambient Temperature 20° C, AM=1.5, Wind Speed 1m/s

Rated output (Pmpp / Wp)	455.0	458.7	462.5	466.2	470.0	473.8
Rated voltage (Vmpp / V)	38.76	38.88	39.00	39.12	39.24	39.36
Rated current (Impp / A)	11.74	11.80	11.86	11.92	11.98	12.04
Open circuit voltage (Voc / V)	46.15	46.30	46.44	46.58	46.72	46.86
Short circuit current (Isc / A)	12.80	12.87	12.94	13.00	13.07	13.13

Electrical Specifications (Integrated power)

Pmpp gain	Pmpp / Wp	Vmpp / V	Impp / A	Voc / V	Isc / A
5%	646	41.43	15.59	48.89	16.83
10%	677	41.43	16.33	48.89	17.63
15%	707	41.43	17.07	48.89	18.43
20%	738	41.43	17.81	48.89	19.23
25%	769	41.43	18.55	48.89	20.03

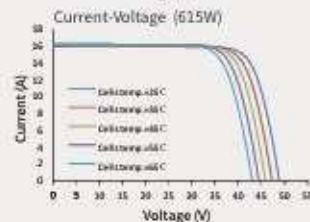
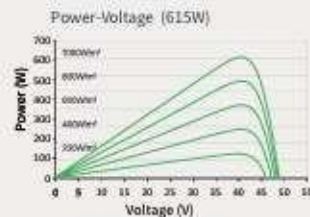
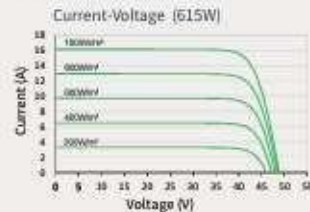
Electrical characteristics with different rear power gain (reference to 615W)

Temperature Ratings (STC)

Temperature coefficient (Pmpp)	-0.29%/°C	No. of diodes	3
Temperature coefficient (Isc)	+0.043%/°C	Junction box IP rating	IP 68
Temperature coefficient (Voc)	-0.25%/°C	Max. series fuse rating	35 A
Nominal module operating temperature (NMOT)	41±2°C	Max. system voltage (IEC/UL)	1500V _{DC}

Operating Parameters

Curve



© Chint New Energy Technology Co., Ltd. Reserves the right of final interpretation, please contact our company to use the latest version for contract.
www.astroenergy.com

202406

ANEXO 7:

Ficha Técnica Batería OPzV

BAE SECURA OPzV

Technical Specification for Stationary VRLA-GEL-Cells (DIN 40742)

1. Application

BAE OPzV batteries belong to the highest EUROBAT classification for maintenance-free lead-acid batteries: >12 years long life. In applications with high requirements of operational safety and autonomy times of 1 h to more than 10 h, the BAE OPzV batteries are the right choice. They are used as stand-by power sources in telecommunications, in microwave radio systems, emergency lighting, power generation plants and other equipments.



2. Types, capacities, dimensions, weights

Type	C _{10h} 20 °C Ah	C _{5h} 20 °C Ah	C _{3h} 20 °C Ah	C _{1h} 20 °C Ah	C _{5h} 25 °C Ah	R _i 1) mΩ	I _k 2) kA	Length (L) mm	Width (W) mm	Height (H) mm	Weight filled kg
U _e V/cell	1.80	1.77	1.75	1.67	1.75						
2 OPzV 100*	121	107	96	71	120	1.65	1.30	105	208	420	12.4
3 OPzV 150*	182	161	144	107	180	1.15	1.86	105	208	420	17.1
4 OPzV 200	243	214	192	143	240	0.89	2.40	105	208	420	19.4
5 OPzV 250	304	268	240	179	300	0.73	2.91	126	208	420	23.3
6 OPzV 300	364	322	288	215	360	0.63	3.39	147	208	420	27.4
5 OPzV 350	447	388	342	254	440	0.68	3.14	126	208	535	31.4
6 OPzV 420	529	459	405	302	521	0.58	3.64	147	208	535	36.9
7 OPzV 490	610	530	468	350	601	0.52	4.12	168	208	535	42.4
6 OPzV 600	729	630	564	417	718	0.46	4.63	147	208	710	51.0
7 OPzV 700*	858	740	663	492	840	0.36	5.81	215	193	710	61.9
8 OPzV 800	970	840	750	559	952	0.32	6.54	215	193	710	68.8
9 OPzV 900*	1,090	945	840	616	1,072	0.34	6.29	215	235	710	77.0
10 OPzV 1000	1,200	1,045	933	691	1,192	0.28	7.50	215	235	710	83.9
11 OPzV 1100*	1,320	1,145	1,020	748	1,304	0.28	7.56	215	277	710	92.2
12 OPzV 1200	1,440	1,245	1,113	822	1,416	0.24	8.63	215	277	710	99.2
11 OPzV 1375*	1,570	1,375	1,209	839	1,576	0.27	7.86	215	277	855	108.2
12 OPzV 1500	1,710	1,495	1,317	927	1,704	0.23	9.18	215	277	855	116.5
13 OPzV 1625*	1,890	1,660	1,461	1,040	1,880	0.18	11.91	215	400	815	131.4
14 OPzV 1750*	2,070	1,810	1,590	1,125	2,056	0.17	12.63	215	400	815	141.2
15 OPzV 1875*	2,170	1,900	1,677	1,191	2,160	0.16	13.25	215	400	815	147.9
16 OPzV 2000	2,300	2,015	1,779	1,265	2,288	0.15	13.94	215	400	815	156.2
17 OPzV 2125*	2,480	2,170	1,911	1,358	2,464	0.14	15.32	215	490	815	173.6
18 OPzV 2250*	2,610	2,290	2,016	1,433	2,600	0.13	16.03	215	490	815	181.4
19 OPzV 2375*	2,740	2,405	2,121	1,507	2,728	0.12	16.70	215	490	815	189.6
20 OPzV 2500	2,870	2,520	2,223	1,581	2,864	0.12	17.37	215	490	815	197.8
22 OPzV 2750*	3,210	2,805	2,466	1,740	3,192	0.11	18.43	215	580	815	205.7
24 OPzV 3000	3,470	3,035	2,670	1,887	3,456	0.10	19.76	215	580	815	222.0
26 OPzV 3250*	3,650	3,210	2,832	2,014	3,640	0.10	21.02	215	580	815	235.1

1, 2) Internal resistance R_i and short circuit current I_k according to IEC 60896-21

Height (H) is the maximum height between container bottom and top of the bolts in assembled condition.

All values given in the table correspond to 100 % DOD without voltage drop of connectors. Please consider item 6.

* Special type based on DIN 40742

ANEXO 8:

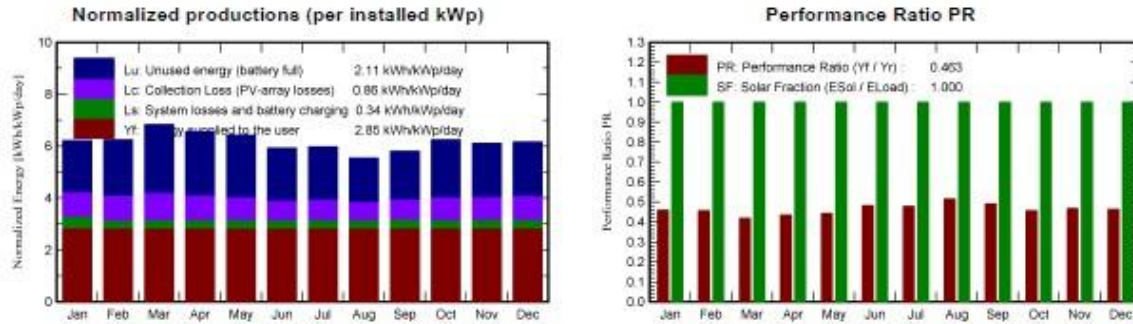
Parámetros generales Pvsist

PV Array Characteristics			
PV module		Inverter	
Manufacturer	Generic	Manufacturer	Generic
Model	CHSM66RN(DG)/F-BH-610	Model	MUST PH30-10048-T
(Original Pvsyst database)		Nb. units	1 units
Unit Nom. Power	610 Wp	Technology	MPPT converter
Number of PV modules	16 units	Temp coeff.	-5.0 mV/°C/Elem.
Nominal (STC)	9.76 kWp	Converter	
Modules	2 string x 8 In series	Maxi and EURO efficiencies	98.0 %
At operating cond. (50°C)		Battery Management control	
P _{mp}	9.08 kWp	Threshold commands as	Battery voltage
U _{mp}	300 V	Charging	54.9 / 50.2 V
I _{mp}	30 A	Corresp. SOC	0.92 / 0.75
Total PV power		Discharging	45.5 / 48.9 V
Nominal (STC)	10 kWp	Corresp. SOC	0.12 / 0.45
Total	16 modules		
Module area	43.2 m²		
Cell area	40.4 m²		

Battery Storage	
Battery	
Manufacturer	Generic
Model	Secura OPzV_1750
Technology	Lead-acid, sealed, Gel
Nb. of units	24 in series
Discharging min. SOC	12.2 %
Stored energy	87.3 kWh
Battery Pack Characteristics	
Voltage	48 V
Nominal Capacity	2070 Ah (C10)
Temperature	Fixed 20 °C

ANEXO 9:

Resultados Pvsist



Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	E_Avail kWh	EUnused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac ratio
January	211.6	186.0	1543	594	0.0	864	864	1.000
February	183.6	169.7	1404	585	0.0	780	780	1.000
March	210.2	206.3	1702	789	0.0	864	864	1.000
April	184.3	192.0	1596	713	0.0	836	836	1.000
May	177.4	195.2	1633	719	0.0	864	864	1.000
June	154.7	174.0	1469	587	0.0	836	836	1.000
July	162.2	180.8	1527	614	0.0	864	864	1.000
August	159.1	167.2	1414	505	0.0	864	864	1.000
September	169.0	169.5	1426	539	0.0	836	836	1.000
October	200.4	187.7	1572	662	0.0	864	864	1.000
November	199.7	176.7	1483	600	0.0	836	836	1.000
December	213.5	184.0	1541	627	0.0	864	864	1.000
Year	2225.6	2189.2	18309	7533	0.0	10170	10170	1.000

Legenda

GlobHor Global horizontal irradiation

GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings

E_Avail Available Solar Energy

EUnused Unused energy (battery full)

E_Miss Missing energy

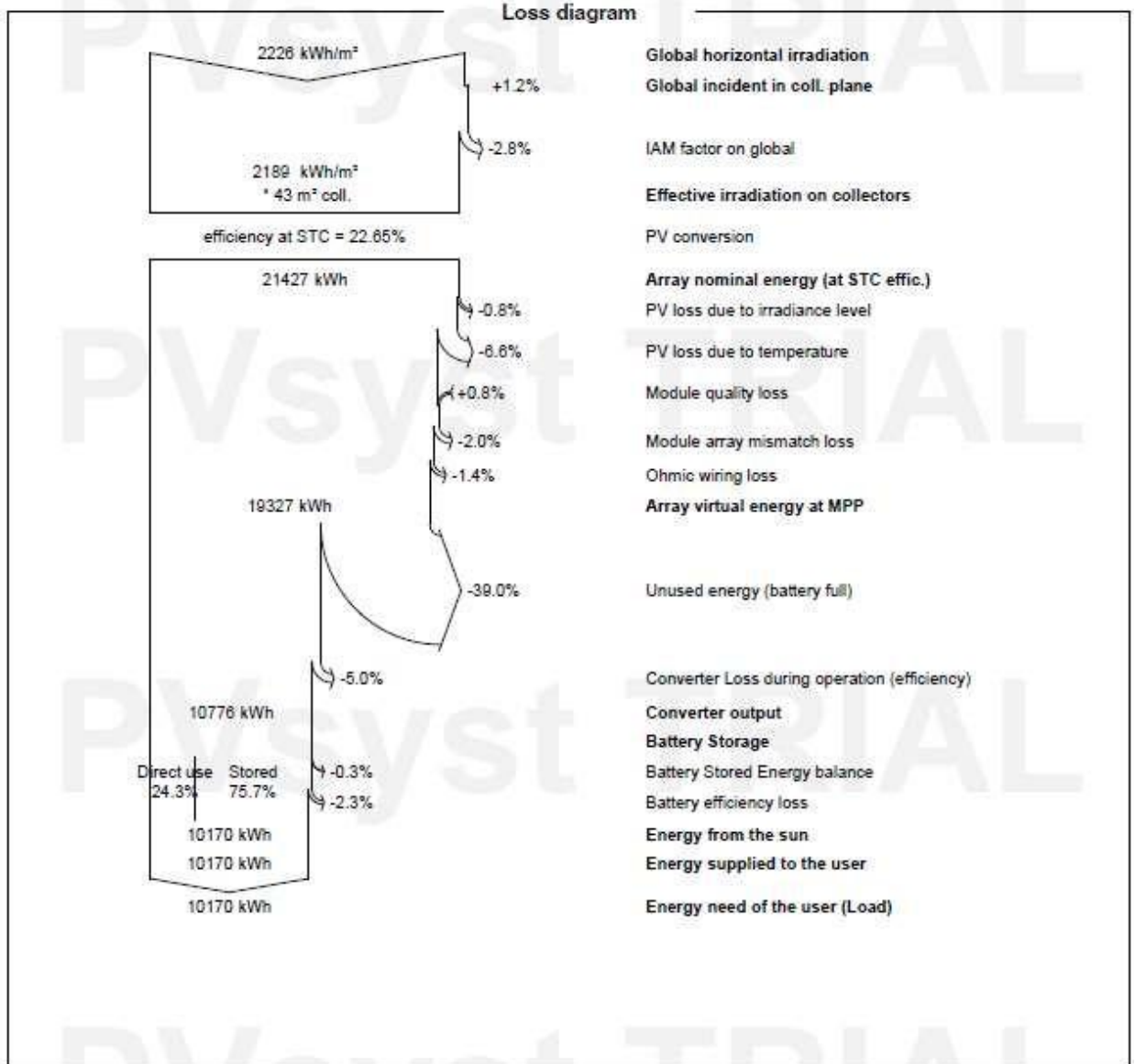
E_User Energy supplied to the user

E_Load Energy need of the user (Load)

SolFrac Solar fraction (EUsed / ELoad)

ANEXO 10:

Diagrama de pérdidas Pvsist



ANEXO 11:

Diagrama de conexión de componentes seleccionados

